

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Mak Vujanović

**Procjena ugroženosti faune vodozemaca i gmazova Hrvatske i Bosne i
Hercegovine uz definiranje značajnih herpetoloških područja**

Diplomski rad

Zagreb, 2015. godina

Ovaj rad, izrađen u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Perice Mustafića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra znanosti o okolišu.

Zahvale

Zahvaljujem se svom mentoru izv. prof. dr. sc. Perici Mustafiću na stručnom vodstvu i pomoći oko izrade ovog rada, te strpljenju i susretljivosti prikazanoj pred samu predaju rada.

Veliko hvala mom neslužbenom mentoru dr.sc. Dušanu Jeliću na odabiru teme i nesebično utrošenom vremenu, te na svim savjetima i smjernicama oko ovog rada.

Hvala svim članovima HYL-e na pomoći i susretljivosti u najbitnijim trenucima, te na ugodnim druženjima u pauzama od rada.

Najveće hvala svim mojim prijateljima, te kolegama s fakulteta zbog kojih će mi studiranje zauvijek ostati u lijepom sjećanju.

I za kraj, hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj potpori i ljubavi, bez koje ne bi bio ovdje gdje jesam.

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Procjena ugroženosti faune vodozemaca i gmazova u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini uz definiranje značajnih herpetoloških područja

MAK VUJANOVIĆ

Rooseveltova trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

U Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini živi 59 vrsta vodozemaca i gmazova. Potrebno je procijeniti osjetljivost svih vrsta jer procjene ugroženosti u Crvenoj knjizi ne uzimaju u obzir ekološke parametre već samo geografsku raspodjelu. U radu je izdvojen određeni broj varijabli koje uključuju ekološke, biološke, geografske i antropološke čimbenike. Kod pojedine vrste za svaku varijablu upisana je jedna od četiri kategorije, od 0 – najmanja, do 3 – najveća osjetljivost. Podaci za svaku vrstu su dobiveni pregledavanjem literature, te iz osobnih iskustava stručnjaka. Indeks osjetljivosti svake vrste izračunat je kao zbroj vrijednosti svih varijabli i podijeljen s brojem varijabli. Provedena je i korelacija dobivenih indeksa osjetljivosti i nacionalnog statusa ugroženosti po Crvenoj knjizi, te su definirana važna herpetološka područja pomoću tri karte. Rezultati su pokazali da su gmazovi osjetljiviji od vodozemaca. Također, dobiveni su indeksi osjetljivosti korelirani s procjenama u Crvenoj knjizi, uz nekoliko iznimki. Vrste *Testudo hermanni*, *Zamenis situla* i *Iberolacerta horvathi* imaju veliku osjetljivost, a mali status ugroženosti koji se treba preispitati. Važna herpetološka područja prostiru se po većini Hrvatske obale, te većim dijelom Dinarida. Zaključak je da se procjenom osjetljivosti dolazi do kvalitetnije procjene stanja ugroženosti herpetofaune nego procjenama u Crvenoj knjizi.

(46 stranica, 36 slika, 3 tablice, 31 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: indeksi osjetljivosti, herpetofauna, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, nacionalni status ugroženosti

Voditelj: Dr. sc. Perica Mustafić, izv. prof.

Ocjenitelji:

Rad prihvaćen:

Sensitivity assessment of fauna of amphibians and reptiles of Croatia and Bosnia and Herzegovina with detection of important herpetological areas

MAK VUJANOVIĆ

Rooseveltova trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

There are 59 species of amphibians and reptiles in Croatia and Bosnia and Herzegovina, so there is a need to assess their sensitivity, since the endangerment assessments in the Red List take into account only the geographical distribution, and not the ecological parameters. In this paper a number of variables is singled out, which include ecological, biological, geographical, and anthropological factors. For each species and variable one of four categories was assigned: from 0 - the lowest, to 3 - the highest sensitivity. Data for each type is obtained from examining the literature, and also from experts' personal experiences. The sensitivity index of each species was calculated as the sum of values of all variables and divided by the number of variables. A correlation of the sensitivity index and the national status of endangerment in the Red List was made, and important herpetological areas were defined using three maps. The results show that reptiles are more sensitive than amphibians. Also, the resulting sensitivity indices correlate well with the assessments in the Red List, with few exceptions. Species *Testudo hermanni*, *Zamenis situla* and *Iberolacerta horvathi* are highly sensitive, so their low endangerment status should be reviewed. Important herpetological areas spread across most of the Croatian coast, and a large part of the Dinarides. In conclusion, the assessment of sensitivity of the herpetofauna gives a better endangerment assessment than those that can be found in the Red List.

(46 pages, 36 figures, 3 tables, 31 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: sensitivity index, herpetofauna, Croatia, Bosnia and Herzegovina, national conservation status

Supervisor: Dr. sc. Perica Mustafić, associate prof.

Reviewers:

Thesis accepted:

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Herpetologija	1
1.1.1. Opća svojstva vodozemaca	1
1.1.2. Opća svojstva gmazova	2
1.1.3. Zaštita vodozemaca i gmazova	3
1.2. Bioraznolikost Hrvatske i Bosne i Hercegovine	4
1.2.1. Ukupna herpetofauna Hrvatske i Bosne i Hercegovine	5
1.3. Istraženost teme	7
1.4. Ciljevi rada	8
2. MATERIJALI I METODE	9
2.1. Prikupljanje podataka	9
2.2. Određivanje indeksa osjetljivosti	9
2.3. Korištene varijable	10
2.4. Izrada grafičkih prikaza	14
2.5. Obrada podataka	15
3. REZULTATI	15
3.1. Vodozemci	15
3.1.1. Varijable slabog utjecaja na osjetljivost	15
3.1.2. Varijable umjerenog utjecaja na osjetljivost	19
3.1.3. Varijable jakog utjecaja na osjetljivost	22
3.2. Gmazovi	24
3.2.1. Varijable slabog utjecaja na osjetljivost	24
3.2.2. Varijable umjerenog utjecaja na osjetljivost	27
3.2.3. Varijable jakog utjecaja na osjetljivost	28
3.3. Indeksi osjetljivosti vodozemaca i gmazova	31
3.4. Određivanje važnih herpetoloških područja	36
4. RASPRAVA	39
5. ZAKLJUČAK	42
6. LITERATURA	43

1. UVOD

1.1. Herpetologija

Herpetologija je znanost koja se bavi istraživanjem vodozemaca i gmazova. Riječ proizlazi iz spajanja grčkih riječi „herpeton“ (puzanje, gmaz) i „logia“ (znanost). Sam korijen riječi primarno označava gmazove dok bi za skupinu vodozemaca točniji naziv bio batrahofauna od grčke riječi „batrachos“ (žaba) (Jelić i sur., 2012). Danas je uvriježeno cjelokupni živi svijet vodozemaca i gmazova zvati herpetofaunom zbog evolucijske povezanosti i sličnosti u građi ovih kralješnjaka.

1.1.1. Opća svojstva vodozemaca

Vodozemci (lat. Amphibia) su prvi kopneni kralješnjaci i predstavljaju veliki evolucijski korak u prelasku iz vode na kopno. Sve vrste vodozemaca su barem malo ovisne o vlažnim uvjetima u okolišu, dok su mnogima stalna ili privremena vodena tijela neophodna za razmnožavanje. Oni su ektotermni organizmi koji uglavnom polažu jaja. Veći dio vrsta kroz svoj životni ciklus prolazi preobrazbu. Tokom nje ličinke razvijaju pluća i udove, a odbacuju škrge, te rep u slučaju bezrepaca. Postoji i nekoliko živorodnih vrsta koje direktno rađaju preobražene mlade već prilagođene za život na kopnu, a pojedine vrste poput čovječje ribice (Slika 1) nikada nemaju preobrazbu i čitav su život vezane uz vodu. Vodozemci su istaknuti kao najugroženija skupina kralješnjaka jer brzo reagiraju i na male promjene u okolišu, pa se time smatraju dobrim ekološkim indikatorima. Imaju izrazito važnu ulogu u zdravlju ekosustava jer svojim dvostrukim načinom života omogućuju cirkulaciju hranjivih tvari i energije između kopnenih i vodenih ekosustava (Jelić i sur., 2012).



Slika 1. Čovječja ribica, *Proteus anguinus* (Laurenti, 1768) (Foto: Dušan Jelić)

Vodozemci se dijele na tri reda: beznogi vodozemci (Gymnophiona; 170 vrsta), repaši (Caudata; 560 vrsta) i bezrepci (Anura; 5450 vrsta) (Vitt i Caldwell, 2009). Razvili su se od zajedničkog pretka tijekom trijasa, a od tada se razvijaju potpuno neovisno već više od 300 milijuna godina. Dvije najvažnije porodice repaša koje se mogu naći na našim područjima su Salamandridae i Proteidae. Bezrepci su raznolikiji – najbrojnija je porodica Ranidae, a slijede Bombinatoridae, Pelobatidae, Bufonidae i Hylidae. Vrste reda beznogih vodozemaca nisu dio europske faune (Jelić i sur., 2012).

1.1.2. Opća svojstva gmazova

Gmazovi (lat. Reptilia) su se razvili tijekom karbona, prije oko 320 milijuna godina, iz skupine Anthracosauria. Ta skupina je nastala od vodozemaca i predstavlja zajedničkog pretka gmazova, ptica i sisavaca (Crawford i sur., 2012). Smatraju se prvim pravim kopnenim kralješnjacima jer im vodena tijela ne služe za razmnožavanje. Također su ektotermni organizmi, razmnožavaju se unutarnjom oplodnjom a koža im je prekrivena keratiniziranim ljuskama. Mijenjaju kožu tokom rasta kada im ona postane premala, a zmije često za sobom ostavljaju staru kožu koju odjednom „presvuku“, a što se naziva svlak (Slika 2). Uglavnom ležu jaja, a neki rađaju potpuno razvijene mladunce (npr. živorodne gušterice). Razvoj je izravan, bez stadija ličinke.



Slika 2. Svlak poskoka, *Vipera ammodytes* (Linnaeus, 1758)
(Foto: Dušan Jelić)

S otprilike 9500 vrsta, ljuskaši (Squamata) su najbrojniji red gmazova od čega je oko 5500 vrsta guštera (podred Sauria) te 3350 zmija (podred Serpentes), a samo mali dio otpada na prstenaše (dvoplazi, podred Amphisbaenia) koji su u Europi zastupljeni sa samo dvije vrste. Nama najznačajnije porodice obuhvaćaju Lacertidae, Gekkonidae i Anguidae kod guštera, te Colubridae i Viperidae kod zmija. Od ostalih redova, Crocodilia (23 vrste) i Rhynchocephalia (dvije vrste) nisu dio europske faune, a red kornjače (Testudines, 293 vrste) je u Europi predstavljen s pet porodica, koje sve možemo naći na našim prostorima: morske - Cheloniidae i Dermochelyidae, te kopnene - Testudinidae, Geomydidae i Emydidae (Vitt i Caldwell, 2009).

1.1.3. Zaštita vodozemaca i gmazova

Vodozemci su skupina kralješnjaka s najvećim padom broja vrsta. Naime, trećina svih vodozemaca na svijetu je u opasnosti od izumiranja, a gotovo pola populacija je u konstantnom padu (ARKive, 2013). Glavni razlog tome je njihova velika osjetljivost na promjene u okolišu zbog kompliciranog rasplodnog sustava i propusne kože. Uništavanje staništa je također jedan od razloga opadanja njihovog broja, no od kraja 20. stoljeća vodozemci na svim kontinentima suočili su se s novom opasnošću u obliku zarazne gljivične bolesti hitridiomikoze koja postaje sve veći čimbenik izumiranja vodozemaca, posebice žaba. Većina vrsta u zatočeništvu se mogu uspješno izliječiti, ali zasad nema metoda za liječenje vrsta u divljini. U 2005. godini IUCN je iznio plan za zaštitu vodozemaca (*Amphibian Conservation Action Plan - ACAP*) na globalnoj razini kako bi se ukazalo na njihovo alarmantno izumiranje. Unutar plana osnovana je takozvana arka vodozemaca (*Amphibian Ark - AArk*) koja skuplja kritične vrste koje se u zatočeništvu razmnožavaju dok ne dođe vrijeme kad će se moći sigurno pustiti u divljinu (ARKive, 2013).

Brojnost populacija gmazova je u manjem padu nego populacije vodozemaca, pa i sisavaca, ali svejedno se smatra da je svaka peta vrsta gmaza u opasnosti od izumiranja, i to najviše zbog degradacije staništa i poljoprivrednih aktivnosti. Posebice su ugrožena vodena staništa, pa su među najugroženijim gmazovima slatkovodne kornjače. Međunarodna udruga za zaštitu gmazova (*International Reptile Conservation Foundation - IRCF*) jedna je od glavnih udruga s ciljem zaštite gmazova i njihovih staništa preko raznih lokalnih projekata i akcija (IRCF, 2014).

1.2. Bioraznolikost Hrvatske i Bosne i Hercegovine

Hrvatska je relativno mala zemlja koja se može podijeliti na tri glavne biogeografske regije: kontinentalnu, gorsku i mediteransku, iako se u njenom istočnom dijelu izdvajaju područja s obilježjima panonske. Zbog utjecaja brojnih geoloških, geografskih, klimatskih i bioloških pojava tijekom Zemljine prošlosti te političkih zbivanja tijekom povijesti koja su joj oblikovala današnje granice, njena bioraznolikost je prilično velika, pa je i herpetofauna jedna od raznolikijih u regiji. Fauna gorske i mediteranske regije posebno je raznolika. Zbog brojnih endemskih (pod)vrsta Hrvatska je prepoznata i kao dio mediteranskog centra bioraznolikosti, te je u samom vrhu zemalja Mediterana po broju vrsta vodozemaca i gmazova (Jelić i sur., 2012). Uz biogeografske, mogu se definirati i dvije odvojene „herpetološke“ regije koje se odlikuju značajnim razlikama u sastavu vrsta vodozemaca i gmazova, a to su kontinentalno-gorska i mediteranska regija (Slika 3).

Zbog geografske bliskosti i iznimne podudarnosti u kvantiteti i kvaliteti vrsta, zajedno će se i obrađivati herpetofauna susjedne Bosne i Hercegovine. Njena bioraznolikost je ipak nešto manja od Hrvatske, zbog manje raznovrsnih biogeografskih regija. Mediteranska je skoro zanemariva, a panonska ne postoji, tako da se najvećim dijelom dijeli na gorsku i kontinentalnu regiju, što pak ne znači da manjka raznolike herpetofaune i endemičnih vrsta.



Slika 3. Prikaz dviju herpetoloških regija u Hrvatskoj (Izvor: Jelić i sur., 2012)

1.2.1. Ukupna herpetofauna Hrvatske i Bosne i Hercegovine

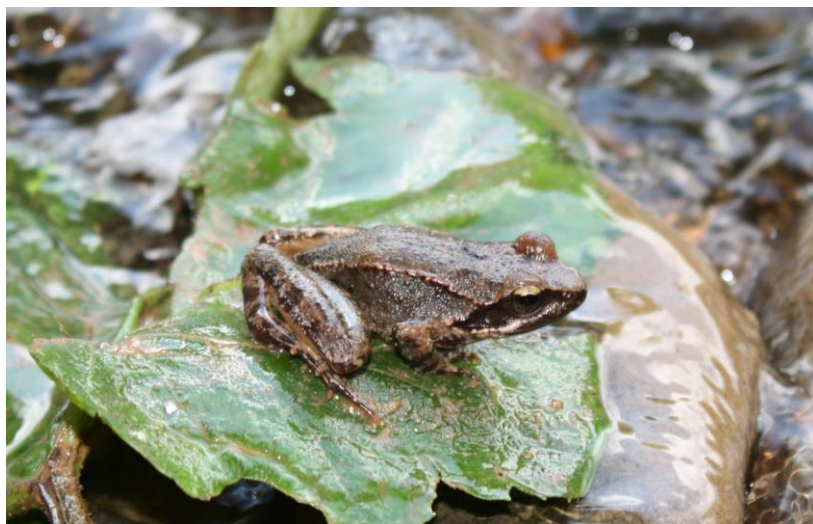
U Republici Hrvatskoj je prema povijesnim i aktualnim izvorima u znanstvenoj literaturi prisutno 20 vrsta vodozemaca i 41 vrsta gmazova. Tri vrste morskih kornjača (glavata želva, zelena želva i sedmopruga usminjača) neće se obrađivati u ovom radu jer su im ekološki čimbenici bitno različiti od svih ostalih pripadnika herpetofaune. Dovodi se u pitanje prisutnost turskog dvoplaza i zmije sljeparice (Slika 4) u Hrvatskoj jer je svaka vrsta viđena samo jednom - dvoplaz 1900. na Hvaru, a sljeparica 1977. na Dugom Otoku. (Jelić i sur., 2012). Obje vrste su ipak dio herpetološke liste Hrvatske u (Jelić, 2014).

Dvije dodatne vrste su povijesno opisane, talijanska ljutica i talijanski troprsti rovaš, ali vjerojatnost njihove prisutnosti u Hrvatskoj je odbačena (Jelić, 2014).



Slika 4. a) zmija sljeparica, *Typhlops vermicularis* (Merrem, 1820) s Dugog otoka - primjerak iz Prirodoslovnog muzeja u Beču; b) turski dvoplaz, *Blanus strauchi* (Bedriaga, 1884) (Izvor za obje slike: Jelić i sur., 2012)

Samo jedna dodatna vrsta živi na području Bosne i Hercegovine, a da je se ne može naći u Hrvatskoj - grčka žaba (Slika 5) (Lelo i Vesnić, 2011). S druge strane, u Hrvatskoj obitava 5 vrsta koje nisu prisutne u BiH, od čega su tri žabe iz porodice Ranidae (močvarna smeđa žaba, talijanska smeđa žaba i mala zelena žaba) koje se ne mogu naći na popisu Lela i Vesnića (2011), te velebitska gušterica i crna poljarica čiji se areali ne preklapaju s područjem BiH u Arnoldovom i Ovendenovom terenskom vodiču (2002). Dakle, od 61 vrste vodozemaca i gmazova koje se mogu naći u Hrvatskoj, konačni broj vrsta koje se obrađuju u ovom radu je 59. Popis svih vrsta dan je u tablici 1.



Slika 5. Grčka žaba, *Rana graeca* (Boulenger, 1891) (Foto: Dušan Jelić)

1.3. Istraženost teme

Procjene osjetljivosti vodozemaca i gmazova na području Hrvatske i Bosne i Hercegovine slabo su rađene. Procjene ugroženosti u Crvenoj knjizi odražavaju trenutni rizik od izumiranja, ne uzimajući u obzir razne ekološke parametre koji su ključni u određivanju osjetljivosti vrste. Međunarodna unija za očuvanje prirode je 1963. godine pokrenula izradu crvenih popisa ugroženih vrsta na globalnoj razini, što je naposljetku dovelo do prvih procjena ugroženosti vodozemaca i gmazova u Hrvatskoj, koje su napravljene 2006. godine, kada su Državni zavod za zaštitu prirode i Ministarstvo kulture izdali Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova (Jelić i sur., 2012). Budući da se uvijek otkrivaju novi podaci o vrstama, Crvena knjiga se redovito ažurira, pa je zadnje, najpotpunije izdanje upravo ono od Jelića i suradnika iz 2012. godine. Tako je procijenjeno da se čak 31% vodozemaca i gmazova nalazi na crvenom popisu, od čega njih 13% pripada kategorijama ugroženih i osjetljivih vrsta (Jelić i sur., 2012).

Međutim, stvara se potreba da se odredi osjetljivost pojedinih vrsta i njihov legalni status, tako da se u obzir uzmu razni ekološki i biološki faktori, te nezanemariv utjecaj čovjeka, kako bi se mogli spriječiti uvjeti koji dovode do pogoršanja situacije pojedine vrste.

Jedini takav rad je napravljen na tri vrste zmija otrovnica na područjima Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i Makedonije. Jelić i suradnici (2013) procijenjivali su osjetljivost poskoka, riđovke i planinskog žutokruga, izračunavajući ukupni indeks

osjetljivosti za svaku vrstu, čime su ukazali da, npr. planinskom žutokrugu ozbiljno prijeti pad populacija. Naposljetku su odredili područja od posebnog interesa za zaštitu zmija otrovnica, analizirajući već postojeća područja zaštita otrovnica.

Dva rada, koja su imali direktan utjecaj na spomenuti, temeljila su se na istom principu, a područje istraživanja bila je Italija. Filippi i Luiselli (1999) napravili su procjenu osjetljivosti na svim vrstama zmija u Italiji, a Andreone i Luiselli (2000) su isti princip primijenili na cjelokupnu faunu vodozemaca Italije.

Uzimajući u obzir spomenuta tri rada, može se zaključiti da se u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini prvi put rade procjene ovakvog tipa na svim pripadnicima herpetofaune odjednom.

1.4. Ciljevi rada

Postavljeni su sljedeći ciljevi:

- odrediti osjetljive vrste vodozemaca i gmazova u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini pomoću posebno odabranih parametara sa svrhom njihove zaštite i zaštite njihovih staništa
- usporediti osjetljive vrste s već postojećim ugroženim vrstama u Crvenoj knjizi
- definirati važna herpetološka područja na kojima su rasprostranjene vrste velike osjetljivosti

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Prikupljanje podataka

Podaci potrebni za određivanje indeksa osjetljivosti prikupljeni su iz literature i znanstvenih radova, te iz osobnih iskustava znanstvenika koji su usko povezani s herpetologijom i koji su specijalizirani u ekologiji vodozemaca i gmazova ili bilo kojeg uskog područja vezanog za iste. Najviše podataka prikupljeno je iz terenskih vodiča i knjiga (Arnold i Ovenden, 2002; Kreiner, 2007; Böhme, 1981; Böhme, 1981; Böhme, 1984; Böhme, 1984; Böhme, 1986; Böhme, 1993; Böhme, 1999; Grossenbacher i Thiesmeier, 2003; Fritz, 2005; Grossenbacher, 2009; Grossenbacher, 2009; Grossenbacher, 2012; Thiesmeier i Grossenbacher, 2012) koje se usredotoču na herpetofaunu Europe, te po mogućnosti Hrvatske, a korišten je i vodič za vodozemce i gmazove Sjeverne Amerike, zbog unesene vrste crvenouhe kornjače, *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792) (Behler i King, 2000). Internet stranica za trgovinu gmazova korištena je za pretragu podataka o ilegalnoj trgovini gmazova (Terraristik, 2014). Osobna iskustva stručnjaka uzimana su u obzir kod podataka koji se nisu mogli točno odrediti putem pretraživanja literature i subjektivne su prirode. Također, svi podaci koji su naposljetku korišteni u analizama, još su jednom provjereni od strane stručnjaka za herpetofaunu (dr. sc. Dušan Jelić).

2.2. Određivanje indeksa osjetljivosti

Dva talijanska rada od Luisellia i Filippia (1999), te Luisellia i Andreonea (2000), poslužila su kao glavni izvor informacija o tome kako se trebaju izračunavati indeksi osjetljivosti i koje varijable uopće koristiti u određivanju istih. Statistički izračuni također direktno potječu iz statističkih izračuna iz ova dva rada. Varijable koje su korištene da bi se odredila osjetljivost pojedine vrste većinom su odgovarale onima koje su Luiselli i Filippi (1999), te Luiselli i Andreone (2000) predložili, ali su prilagođene prema Jelić i sur. (2013). Prema potrebi su uvedene dodatne varijable za koje se misli da su ključne za određivanje indeksa, te se svaka varijabla, za koju je to bilo potrebno, preoblikovala za područje obuhvaćeno ovim radom. Treba naglasiti da su varijable za vodozemce i gmazove definirane neovisno jedne od drugih, zbog očitih razlika u njihovoj ekologiji. Nadalje, raspon nekih varijabli se razlikuje kod drugačijih redova i podredova, zbog razlika u morfologiji. Sve

varijable su podijeljene u četiri kategorije, od 0 (najmanji rizik) do 3 (najveći rizik). Kategorije su određivane prema prosječnim uvjetima za odrasle jedinke nađenim u literaturnim predlošcima, te prema osobnom iskustvu stručnjaka uz najbolju moguću procjenu. Ukupni indeks osjetljivosti za svaku vrstu određen je kao zbroj vrijednosti svih varijabli i podijeljeno s brojem varijabli (srednja vrijednost).

2.3. Korištene varijable

Slijedi popis svih korištenih varijabli (svaka svrstana u 4 kategorije) za vodozemce:

- dužina tijela (*body size*, BS): koristila se dužina tijela od vrha njuške do kloake (*snout-to-vent length*, SVL); $0 = <5\text{ cm}$, $1 = 6\text{--}10\text{ cm}$, $2 = 11\text{--}15\text{ cm}$, $3 = >16\text{ cm}$
- rasprostranjenost u Hrvatskoj i BiH (*distribution breadth*, DB): određivala se promatranjem karata rasprostranjenja vrste, obje države zajedno; $0 = \text{vrsta prisutna u } >50\% \text{ prostora RH i BiH}$, $1 = \text{prisutna u } 10\text{--}50\%$, $2 = \text{prisutna u } 5\text{--}10\%$, $3 = \text{prisutna u } <5\% \text{ površine}$
- rasprostranjenost po regijama (*habitat breadth*, HB): određivala se prema pojavljivanju vrste u moguće 4 biogeografske regije Hrvatske i Bosne i Hercegovine (kontinentalna, panonska, mediteranska, gorska), obje države zajedno; $0 = \text{vrsta pronađena u sve četiri regije}$, $1 = \text{pronađena u tri regije}$, $2 = \text{pronađena u dvije regije}$, $3 = \text{pronađena u samo jednoj regiji}$
- ponašanje (*habits*, HT): svrstalo se prema općenitom ponašanju vodozemaca u divljini; Pretpostavlja se da su tajanstvenije vrste općenito manje podložne serijama izravnih poremećaja; $0 = \text{vrsta s podzemno-noćnom ili vodenom aktivnošću}$, $1 = \text{noćna aktivnost iznad zemlje}$, $2 = \text{dnevna tajanstvena aktivnost}$, $3 = \text{dnevna očigledna aktivnost}$
- maksimalna dob (*maximum age*, MA): određivala se prema objavljenim podacima i promatranjem životinja u zatočeništvu; $0 = \text{vrsta s } >15 \text{ godina maksimalne dobi}$, $1 = 11\text{--}15 \text{ godina maksimalne dobi}$, $2 = 6\text{--}10 \text{ godina maksimalne dobi}$, $3 = <5 \text{ godina maksimalne dobi}$
- prilagodljivost izmijenjenim staništima (*adaptability to altered habitats*, AH): podijelila se prema osobnim iskustvima stručnjaka i/ili objavljenim podacima; $0 = \text{ekstremno prilagodljiva vrsta (pronađena čak i u urbanim sredinama)}$, $1 =$

prilagodljiva vrsta (pronađena i u predgrađima), 2 = slabo prilagodljiva vrsta (pronađena u najboljem slučaju u prirodnim staništima ponešto izmijenjenim ljudskim aktivnostima), 3 = neprilagodljiva vrsta (pronađena samo u velikim područjima dobro očuvanih prirodnih staništa)

- učestalost razmnožavanja (*reproductive mode*, RM): pretpostavlja se da se takson koji se razmnožava više puta godišnje može puno lakše oporaviti kad su staništa izmijenjena; 0 = *oportunistički takson s više razmnožavanja tokom sezone*, 1 = *takson s 2-3 razmnožavanja u svakoj godini*, 2 = *takson s jednim razmnožavanjem svake godine*, 3 = *takson s dugom gestacijom (viviparne vrste) ili dugim razvitkom ličinki u jajetu (direktni razvoj)*
- broj jaja/potomaka (*eggs/offspring number*, EN): 0 = *>200 jaja/mladih*, 1 = *50-200*, 2 = *10-50*, 3 = *<10*
- endemičnost (*endemicity*, E): 0 = *0-10% od cijele rasprostranjenosti taksona se nalazi u RH i BiH*, 1 = *10-50%*, 2 = *50-80%*, 3 = *samo u RH i BiH*
- visinska rasprostranjenost (*elevational distribution*, ED): svojte koje žive na nižim nadmorskim visinama su podložniji antropogenim poremećajima (kemijsko, toplinsko i organsko onečišćenje, promet, izmjena i uništenje staništa, unošenje egzotičnih vrsta); 0 = *sveprisutna vrsta*, 1 = *vrsta prisutna samo iznad 1000 m nadmorske visine*, 2 = *prisutna na brdima do 1000 m*, 3 = *ograničena na ravnice (<200 m)*
- vodeno stanište za razmnožavanje (*aquatic habitat for reproduction*, AHR): 0 = *svojta bez faze slobodnih ličinki*, 1 = *svojta koja koristi privremena vodena tijela*, 2 = *svojta koja koristi stalna vodena tijela*, 3 = *svojta koja koristi vodena tijela bogata kisikom ili spore potoke*
- taksonomska jedinstvenost (*taxonomic uniqueness*, TU): 0 = *vrsta (politipski rod) s više od tri jasno prepoznate podvrste*, 1 = *vrsta (politipski rod) s 1-3 jasno prepoznate podvrste*, 2 = *monotipska vrsta unutar politipskog roda*, 3 = *monotipska vrsta*
- rasprostranjenost na otocima (*insularity*, I): pretpostavlja se da su svojte koje su rasprostranjene na otocima ugroženije i ekološki osjetljivije od onih na kopnu jer se otočni okoliši mogu lakše izmijeniti utjecajem čovjeka; 0 = *svojta koja je rasprostranjena isključivo na kopnu*, 1 = *više od 50% areala svojte na kopnu*, 2 = *manje od 50% areala svojte na kopnu*, 3 = *svojta koja je rasprostranjena isključivo na otocima*

- fragmentacija staništa (*habitat fragmentation*, HF): 0 = fragmentacija <20%, 1 = fragmentacija 20-50%, 2 = fragmentacija 51-75%, 3 = fragmentacija >75%
- IUCN nacionalni status: 0 = najmanje zabrinjavajuće (*least concern*), 1 = gotovo ugrožene (*near threatened*), 2 = osjetljive (*vulnerable*), 3 = ugrožene (*endangered*) ili kritično ugrožene (*critically endangered*)

Slijedi popis svih korištenih varijabli za gmazove:

- nezakonita trgovina (*illegal trade*, IT): zapažanja zakonitih i nezakonitih trgovina kućnih ljubimaca, te spoznaje o nezakonitoj trgovini vrste preko osobnog iskustva; subjektivne procjene kategorija; 0 = nema neazkonite trgovine, 1 = slaba nezakonita trgovina, 2 = osrednja nezakonita trgovina, 3 = jaka nezakonita trgovina
- dužina tijela (*body size*, BS): koristila se ukupna dužina tijela od vrha njuške do kraja repa (*total lenght*, TL) za zmije i guštere, te dužina karapaksa za kornjače; zmije: 0 = <50 cm, 1 = 51-90 cm, 2 = 91-130 cm, 3 = >130 cm; gušteri: 0 = <20 cm, 1 = 20-30 cm, 2 = 31 – 40 cm, 3 = >40 cm; kornjače: 0 = <10 cm, 1 = 11-20 cm, 2 = 21-30 cm, 3 = >31 cm
- rasprostranjenost u RH i BiH (*distribution breadth*, DB): određivala se promatranjem karata rasprostranjena vrste, obje države zajedno; 0 = vrsta prisutna u >80% prostora RH i BiH, 1 = prisutna u 50-80%, 2 = prisutna u 20-49%, 3 = prisutna u <20%
- rasprostranjenost po regijama (*habitat breadth*, HB): određivala se prema pojavljivanju vrste u moguće 4 biogeografske regije Hrvatske i Bosne i Hercegovine (kontinentalna, panonska, mediteranska, gorska), obje države zajedno; 0 = vrsta pronađena u sve četiri regije, 1 = pronađena u tri regije, 2 = pronađena u dvije regije, 3 = pronađena u samo jednoj regiji
- učestalost razmnožavanja (*frequency of reproduction*, FR): 0 = svake godine, 1 = svake druge godine, 2 = svake treće godine, 3 = svake 4 godine ili više
- broj jaja/mladih (*litter size*, LS): 0 = >15 jaja/mladih, 1 = 10-15, 2 = 5-10, 3 = <5
- raznolikost prehrane (*dietary breadth*, FB): temeljeno na raznovrsnosti redova uhvaćenog plijena i postotku glavnog plijena u prehrani; 0 = nema specijalizacije (*generalist*), nijedan red >30% u prehrani, 1 = slaba specijalizacija, glavni plijen 31-

50%, 2 = srednja specijalizacija, glavni plijen 51-70%, 3 = visoka specijalizacija, glavni plijen >70%

- ponašanje (*habits*, HT): svrstalo se prema općem ponašanju gmazova u divljini; pretpostavlja se da su tajanstvenije vrste općenito manje podložne serijama izravnih poremećaja; 0 = vrsta s podzemno-noćnom aktivnošću, 1 = noćna nadzemna aktivnost, 2 = dnevna tajanstvena aktivnost, 3 = dnevna očigledna aktivnost
- maksimalna dob (*maximum age*, MA): određivala se prema objavljenim podacima i promatranjem životinja u zatočeništvu; 0 = vrsta s >15 godina maksimalne dobi, 1 = 11-15 godina maksimalne dobi, 2 = 5-10 godina maksimalne dobi, 3 = <5 godina maksimalne dobi
- prilagodljivost izmijenjenim staništima (*adaptability to altered habitats*, AH): određivala se prema osobnim iskustvima stručnjaka i/ili objavljenim podacima; 0 = ekstremno prilagodljiva vrsta (pronađena čak i u urbanim sredinama), 1 = prilagodljiva vrsta (pronađena i u predgrađima), 2 = slabo prilagodljiva vrsta (pronađena u najboljem slučaju u prirodnim staništima ponešto izmijenjenim ljudskim aktivnostima), 3 = neprilagodljiva vrsta (pronađena samo u velikim područjima dobro očuvanih prirodnih staništa)
- IUCN nacionalni status: 0 = najmanje zabrinjavajuće (*least concern*), 1 = gotovo ugrožene (*near threatened*), 2 = osjetljive (*vulnerable*), 3 = ugrožene (*endangered*) ili kritično ugrožene (*critically endangered*)

Sve varijable, osim IUCN varijable i dužine tijela guštera, kornjača i vodozemaca uzete su iz talijanskih radova. Razlog što se kod vodozemaca uzela dužina od vrha njuške do nečisnice je taj što bi se dobili bitno drugačiji rezultati za repaše i bezrepce, a budući da su bezrepce zapravo izgubili rep tokom preobrazbe, iste dužine za cijele vodozemce će dati bolje rezultate.

Uneseni su svi podaci za sve navedene varijable od svih 59 vrsta vodozemaca i gmazova. Neki podaci za maksimalnu dob jedinki se nisu mogli naći pretraživanjem literature ili procijeniti osobnim iskustvom stručnjaka, pa je upisivana vrijednost od 1,5, što je srednja vrijednost kategorija od 0 do 3. Ako nije bilo podatka za nacionalni IUCN status pojedine vrste, upisivana je najmanja kategorija.

2.4. Izrada grafičkih prikaza

Napravljeni su dijagrami za svaku varijablu, neovisno za obje skupine. Tablica indeksa osjetljivosti i ostale slike obuhvatile su obje skupine.

Za svaku od 15 varijabli kod vodozemaca određena je raspodjela četiri kategorije u postotcima (od 21 vrste vodozemaca), koja je prikazana u obliku dijagrama. Za svaku od 11 varijabli kod gmazova određena je raspodjela četiri kategorije u postotcima (od 38 vrsta gmazova, odnosno 27 vrsta za varijablu „Maksimalna dob“, gdje nisu uključivane vrste sa srednjom vrijednosti od 1,5), koja je prikazana u obliku dijagrama. Svi dijagrami su svrstani u tri grupe: crvena boja – slab utjecaj varijable na osjetljivost; žuta boja – umjeren utjecaj varijable na osjetljivost; plava boja – jak utjecaj varijable na osjetljivost. Dijagrami su grupirani subjektivno, proučavanjem udjela pojedinih kategorija. Varijabla „IUCN nacionalni status“ sama po sebi nema utjecaj na osjetljivost vodozemaca, jer nije fizičke prirode (nego status ugroženosti pojedine vrste). Ta varijabla služi samo kao referentna vrijednost.

Sve vrste vodozemaca i gmazova podijeljene su u tri grupe s obzirom na izračunati indeks osjetljivosti, i to na jako osjetljive vrste, umjereno osjetljive vrste i slabo osjetljive vrste. Podijela je napravljena kombinacijom subjektivnosti i pregledavanjem talijanskih radova. Napravljena je tablica indeksa osjetljivosti u rasponu od najviše do najmanje osjetljivih vrsta, te je dodan stupac bez IUCN-a kako bi se mogle vidjeti razlike u indeksima. Izračunala se i korelacija dobivenih indeksa osjetljivosti i nacionalnog statusa po IUCN-u, te je uspoređena osjetljivost gmazova i vodozemaca na posebnom dijagramu. Napravljena je jedna karta frekvencije rasprostranjenosti vrsta, te dvije karte s indeksima osjetljivosti (ukupna i srednja vrijednost indeksa osjetljivosti). Potpuniji podaci o arealima vrsta uzeti su sa službene internet stranice IUCN-a (IUCN, 2014), a areali vrsta *Zootoca vivipara* i *Hierophis gemonensis* uzeti su iz diplomskih radova (Baškiera, 2013; Lisičar, 2014), dok su podaci o arealu vrste *Natrix tessellata* uzeti iz rada u časopisu (Jelić i Lelo, 2011).

2.5. Obrada podataka

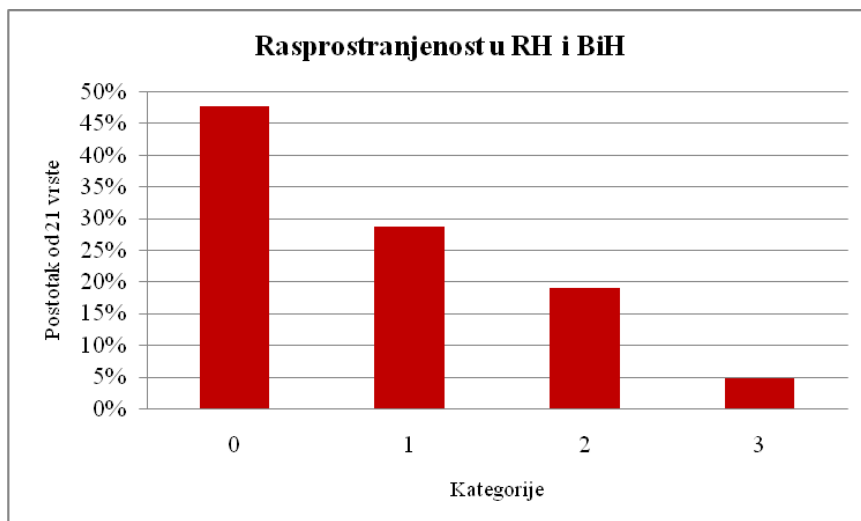
Pronađeni podaci u literaturi, određene kategorije, te konačni izračunati indeksi osjetljivosti upisivani su u uređene tablice u Microsoft Office Excelu (verzija 2007) iz kojih su izrađivani dijagrami i tablice indeksa osjetljivosti. Statistička obrada podataka obavljena je u programu PAST 2.06 (Hammer & Harper), a izrada karata s definiranim herpetološkim područjima koja sadrže osjetljive vrste obavljena je u programu Quantum GIS 2.6.1. (Open Source Geospatial Foundation) (prvi put upotrijebljena metoda u radu Jelić i sur., 2013).

3. REZULTATI

3.1. Vodozemci

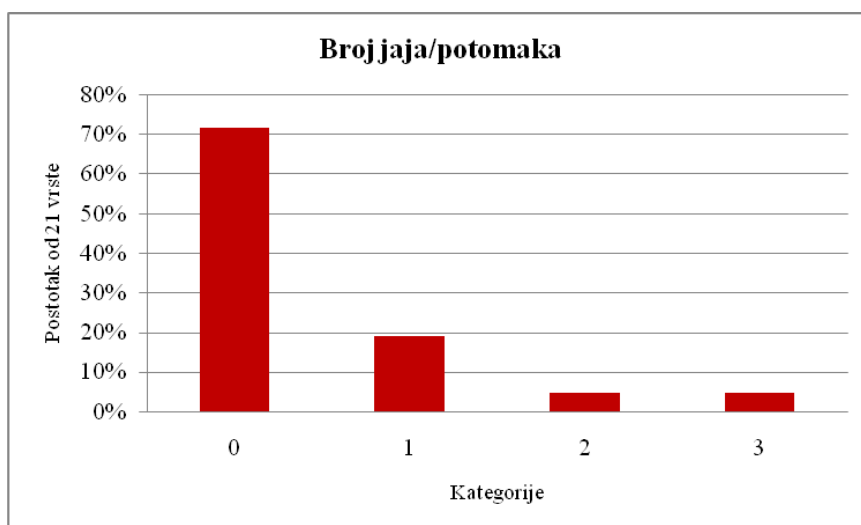
3.1.1. Varijable slabog utjecaja na osjetljivost

Varijable koje slabo utječu na osjetljivost vodozemaca su „Rasprostranjenost u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini“, „Broj jaja/potomaka“, „Endemičnost“, „Rasprostranjenost na otocima“, „Fragmentacija staništa“ i „IUCN nacionalni status“ (Slike 6-11). Kod svake od ovih varijabla uočava se da je postotak vrsta koje se kategoriziraju u skupinu najmanjeg rizika dosta veći od ostalih kategorija, a postotak vrsta koje se kategoriziraju u skupinu najvećeg rizika ne postojeć ili malen.



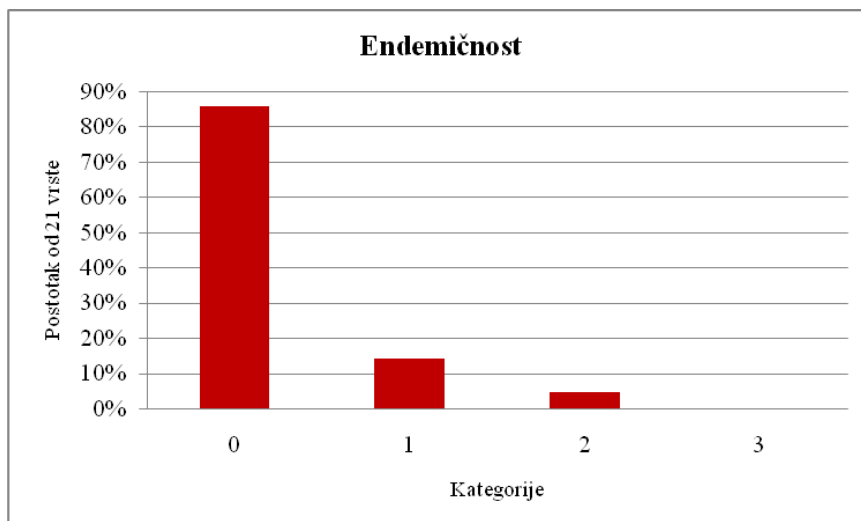
Slika 6. Udio vrsta vodozemaca prema rasprostranjenosti u RH i BiH; 0 = vrsta prisutna u >50% prostora RH i BiH, 1 = prisutna u 10-50%, 2 = prisutna u 5-10%, 3 = prisutna u <5%.

Dijagram na slici 6 ukazuje da je najveći broj vrsta široko rasprostranjen (> 50% teritorija), dok je tek jedna vrsta vrlo usko rasprostranjena (< 5%). To je *Rana latastei*.



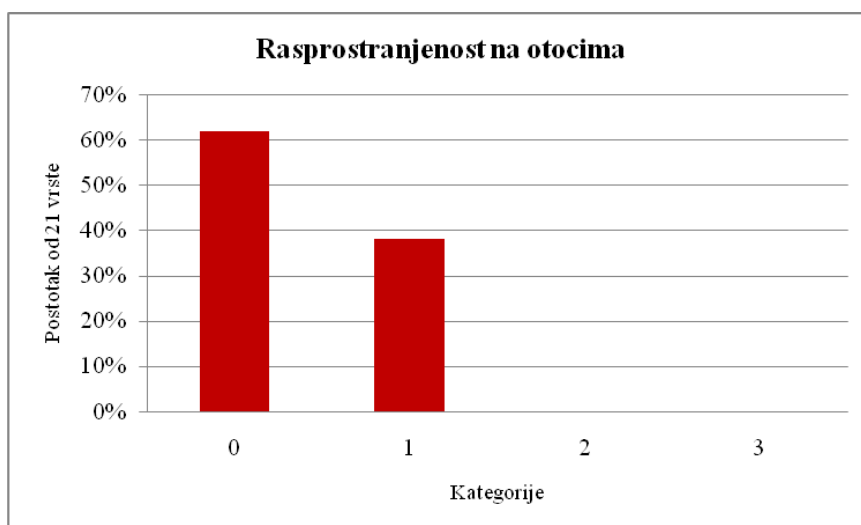
Slika 7. Udio vrsta vodozemaca prema broju jaja/potomaka; 0 = >200 jaja/mladih, 1 = 50-200, 2 = 10-50, 3 = <10

Dijagram na slici 7 ukazuje da velika većina vrsta ima mnogobrojno potomstvo (> 200 jaja/mladih), dok samo dvije vrste iz porodice Salamandridae, i to *Salamandra atra* koja pripada kategoriji 3, i *Salamandra salamandra* koja pripada kategoriji 2, imaju manje od 10 potomaka.



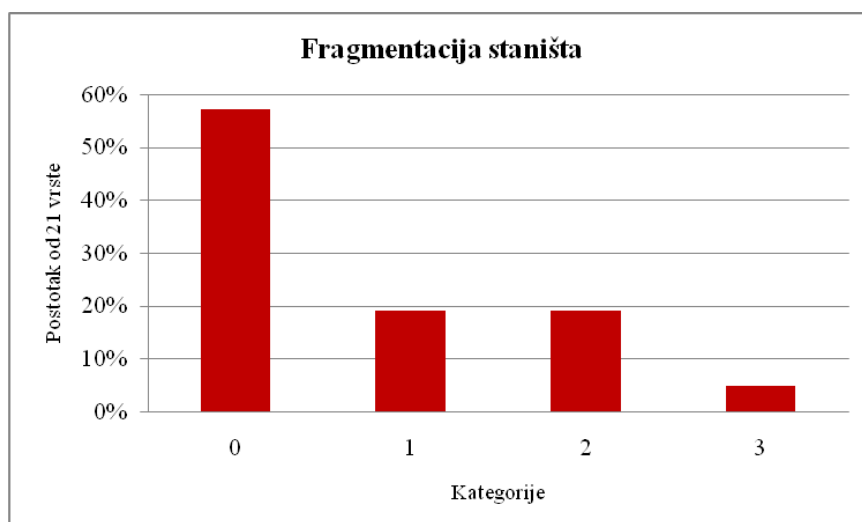
Slika 8. Udio vrsta vodozemaca prema endemičnosti; 0 = 0-10% od cijele rasprostranjenosti taksona se nalazi u RH i BiH, 1 = 10-50%, 2 = 50-80%, 3 = samo u RH i BiH

Dijagram na slici 8 ukazuje da u Hrvatskoj i BiH nema endemičnih vrsta vodozemaca, a samo tri vrste pripadaju kategoriji 1 (*Triturus dobrogicus*, *Rana latastei*, *Rana graeca*), dok jedino *Proteus anguinus* iskače svojom regionalnom endemičnošću (kategorija 2).



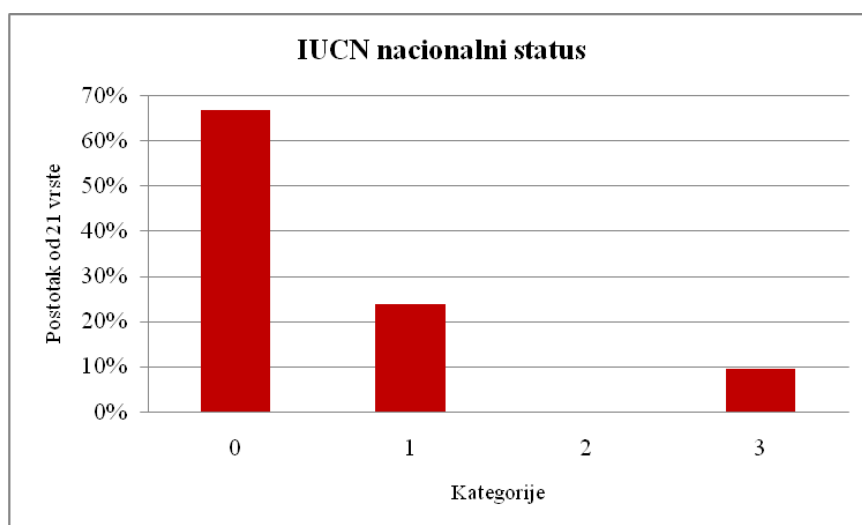
Slika 9. Udio vrsta vodozemaca prema rasprostranjenosti na otocima; 0 = svojta koja je rasprostranjena isključivo na kopnu, 1 = više od 50% areala svojte na kopnu, 2 = manje od 50% areala svojte na kopnu, 3 = svojta koja je rasprostranjena isključivo na otocima

Dijagram na slici 9 ukazuje da ne postoje taksoni koji su rasprostranjeni isključivo na otocima ili da su većim dijelom areala naseljeni na otocima (kategorije 2 i 3). Većina vrsta je isključivo naseljena na kopnu.



Slika 10. Udio vrsta vodozemaca prema fragmentaciji staništa; 0 = fragmentacija <20%, 1 = fragmentacija 20-50%, 2 = fragmentacija 51-75%, 3 = fragmentacija >75%

Dijagram na slici 10 ukazuje da je kod više od polovice vrsta fragmentacija staništa manja od 20%, dok samo kod vrste *Proteus anguinus* ona prelazi 75% (kategorija 3).

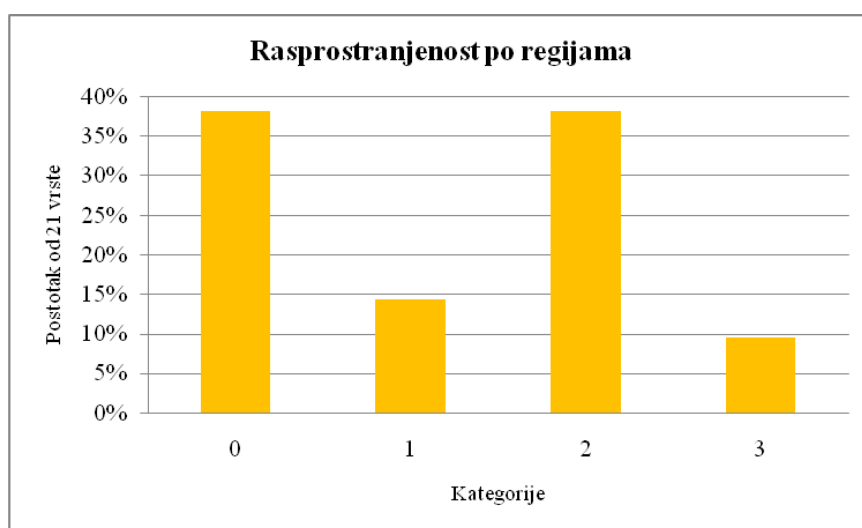


Slika 11. Udio vrsta vodozemaca prema IUCN nacionalnom statusu; 0 = najmanje zabrinjavajuće (least concern), 1 = gotovo ugrožene (near threatened), 2 = osjetljive (vulnerable), 3 = ugrožene (endangered) ili kritično ugrožene (critically endangered)

Dijagram na slici 11 ukazuje da većina vodozemaca ima najmanje zabrinjavajuć status zaštite, oko 20% vrsta su gotovo ugrožene, a samo *Rana latastei* i *Proteus anguinus* imaju ugroženi status. Niti jedna vrsta nije imala kritično ugroženi ili osjetljivi status.

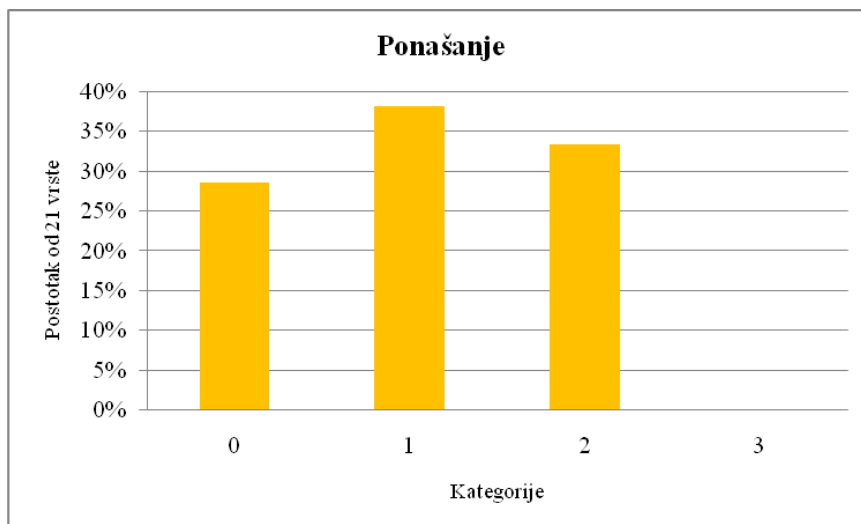
3.1.2. Varijable umjerenog utjecaja na osjetljivost

Varijable koje umjereno utječu na osjetljivost vodozemaca su „Rasprostranjenost po regijama“, „Ponašanje“, „Maksimalna dob“, „Visinska rasprostranjenost“ i „Taksonomska jedinstvenost“ (Slike 12-16). Kod svake od ovih varijabla uočava se da je postotak vrsta ravnomjerno raspodijeljen između dvije ili tri varijable, ne nagnjući previše ni prema kategoriji 0, ali ni prema kategorijama 2 i 3.



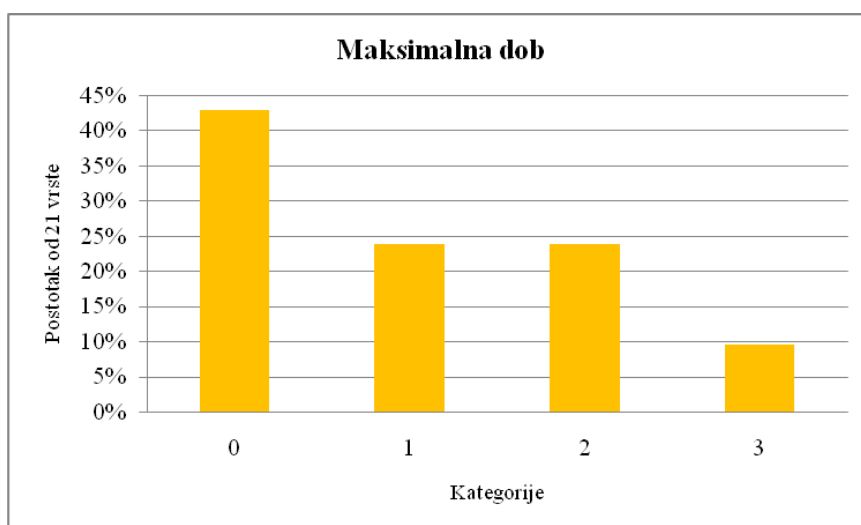
Slika 12. Udio vrsta vodozemaca prema rasprostranjenosti po regijama (kontinentalna, panonska, mediteranska i gorska regija); 0 = vrsta pronađena u sve četiri regije, 1 = pronađena u tri regije, 2 = pronađena u dvije regije, 3 = pronađena u samo jednoj regiji

Dijagram na slici 12 ukazuje da većina vrsta obitava ili u svim regijama ili u samo dvije regije. Ističu se žabe *Rana latastei* i *Rana graeca* koje su pronađene samo u jednoj biogeografskoj regiji.



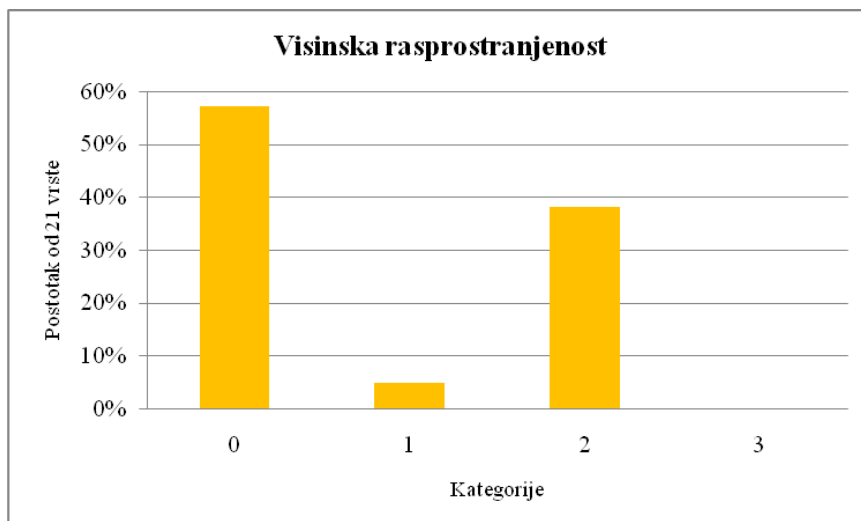
Slika 13. Udio vrsta vodozemaca prema ponašanju; 0 = vrsta s fosorijalno-nokturnalnom ili akvatičkom aktivnošću, 1 = nokturnalna aktivnost iznad zemlje, 2 = diurnalna tajanstvena aktivnost, 3 = diurnalna očigledna aktivnost

Dijagram na slici 13 ukazuje da su vrste relativno jednoliko raspoređene po kategorijama 0, 1 i 2, a ne postoje vrste koje su aktivne danju s očiglednom aktivnošću.



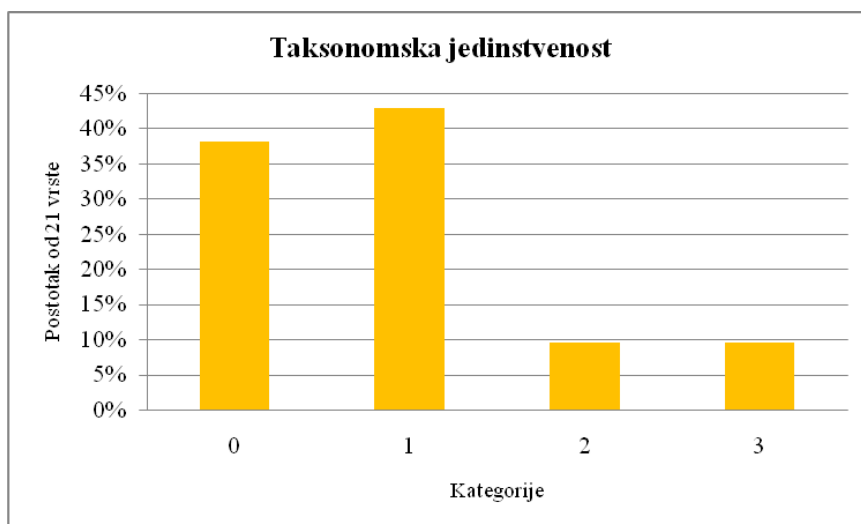
Slika 14. Udio vrsta vodozemaca prema maksimalnoj dobi; 0 = vrsta s >15 godina maksimalne dobi, 1 = 11-15 godina maksimalne dobi, 2 = 6-10 godina maksimalne dobi, 3 = <5 godina maksimalne dobi

Dijagram na slici 14 ukazuje da je preko 40% vrsta s maksimalnom dobi višoj od 15 godina, a samo *Rana latastei* i *Rana graeca* žive manje od 5 godina.



Slika 15. Udio vrsta vodozemaca prema visinskoj rasprostranjenosti; 0 = sveprisutna vrsta, 1 = vrsta prisutna samo iznad 1000 m nadmorske visine, 2 = prisutna na brdima do 1000 m, 3 = ograničena na ravnice (<200 m)

Dijagram na slici 15 ukazuje da je nešto više od pola vrsta rasprostranjeno po svim visinama, te skoro 40% na brdima do 1000 metara nadmorske visine. Ističe se *Salamandra atra* koja živi iznad 1000 metara (kategorija 1).

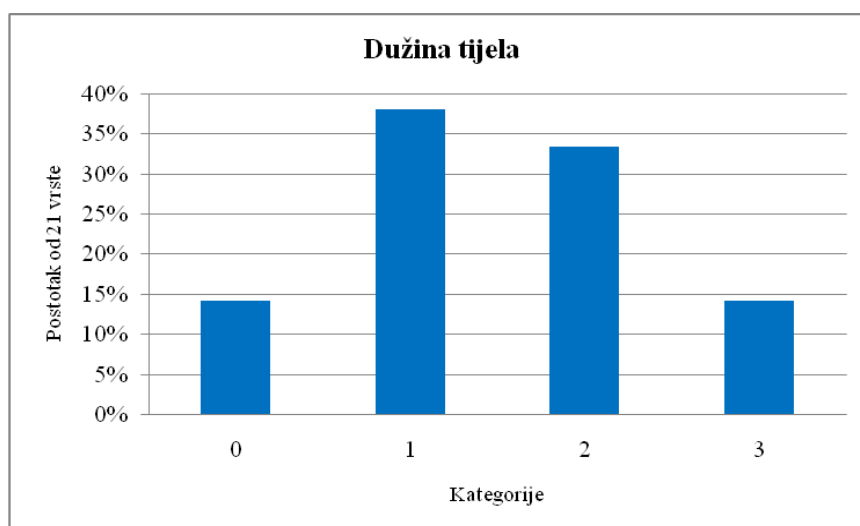


Slika 16. Udio vrsta vodozemaca prema taksonomskoj jedinstvenosti; 0 = vrsta (politijski rod) s više od tri jasno prepoznate podvrste, 1 = vrsta (politijski rod) s 1-3 jasno prepoznate podvrste, 2 = monotipska vrsta unutar politipskog roda, 3 = monotipska vrsta

Dijagram na slici 16 ukazuje da većina vrsta pripada kategorijama 0 i 1, a samo su *Triturus carnifex* i *Triturus dobrogicus* monotipske vrste unutar politipskog roda, a *Ichthyosaura alpestris* i *Proteus anguinus* su jedine monotipske vrste.

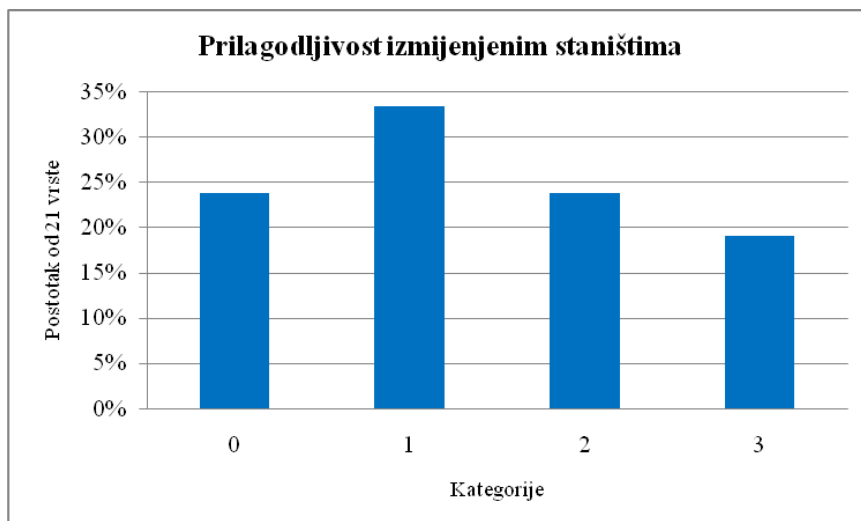
3.1.3. Varijable jakog utjecaja na osjetljivost

Varijable koje imaju jak utjecaj na osjetljivost vodozemaca su „Dužina tijela“, „Prilagodljivost izmijenjenim staništima“, „Učestalost razmnožavanja“ i „Vodeno stanište za razmnožavanje“ (Slike 17-20). Kod svake od ovih varijabla uočava se da je postotak vrsta koje pripadaju kategoriji 0 mali ili podjednak ostalim kategorijama ali nikako dominantan, te da je postotak vrsta koje pripadaju kategorijama 2 i 3 velik.



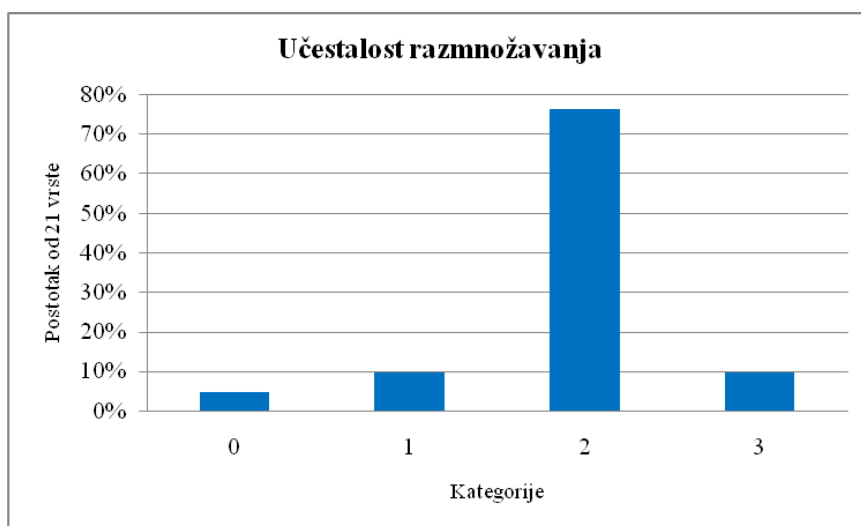
Slika 17. Udio vrsta vodozemaca prema dužini tijela (od vrha njuške do nečisnice); 0 = <5cm, 1 = 6-10 cm, 2 = 11-15 cm, 3 = >16 cm

Dijagram na slici 17 ukazuje da je većina vrsta u rasponu od 6 do 15 centimetara (kategorije 1 i 2), a 3 vrste su manje od 5 cm, dok su također 3 vrste dulje od 16 cm.



Slika 18. Udio vrsta vodozemaca prema prilagodljivosti izmijenjenim staništima; 0 = *ekstremno prilagodljiva vrsta (pronađena čak i u urbanim sredinama)*, 1 = *prilagodljiva vrsta (pronađena i u predgrađima)*, 2 = *slabo prilagodljiva vrsta (pronađena u najboljem slučaju u prirodnim staništima ponešto izmijenjenim ljudskim aktivnostima)*, 3 = *neprilagodljiva vrsta (pronađena samo u velikim područjima dobro očuvanih prirodnih staništa)*

Dijagram na slici 18 ukazuje da su sve kategorije podjednako raspoređene, uz prednjačenje kategorije 1, tj. prilagodljivih vrsta koje se mogu pronaći i u predgrađima.



Slika 19. Udio vrsta vodozemaca prema učestalosti razmnožavanja; 0 = *oportunistička svojta s više razmnožavanja tokom sezone*, 1 = *svojta s 2-3 razmnožavanja u svakoj godini*, 2 = *svojta s jednim razmnožavanjem svake godine*, 3 = *svojta s dugom gestacijom (viviparne vrste) ili dugim razvitkom ličinki u jajetu (direktni razvoj)*

Dijagram na slici 19 ukazuje da se velika većina vrsta razmnožava jednom svake godine. Ističe se *Rana temporaria* koja se razmnožava više puta tokom sezone, te *Salamandra atra* koja je viviparna vrsta s dugom gestacijom i *Pelobates fuscus* koja ima dugi razvitak ličinki u jajetu.



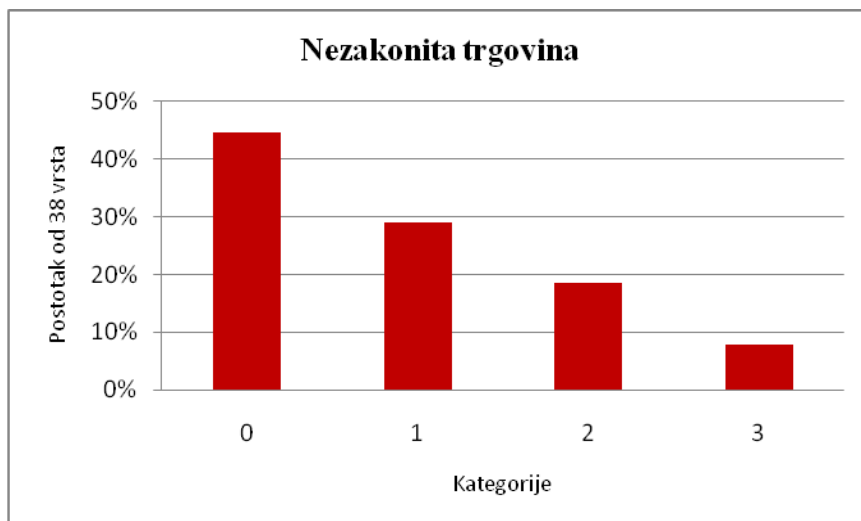
Slika 20. Udio vrsta vodozemaca prema vodenom staništu za razmnožavanje; 0 = svojtá bez faze slobodnih ličinki, 1 = svojtá koja koristi privremena vodena tijela, 2 = svojtá koja koristi stalna vodena tijela, 3 = svojtá koja koristi vodena tijela bogata kisikom ili spore potoke

Dijagram na slici 20 ukazuje da većina vrsta za razmnožavanje koristi privremena i stalna vodena tijela, dok samo *Salamandra atra* nema fazu slobodnih ličinki, a *Proteus anguinus* koristi vodena tijela bogata kisikom za razmnožavanje.

3.2. Gmazovi

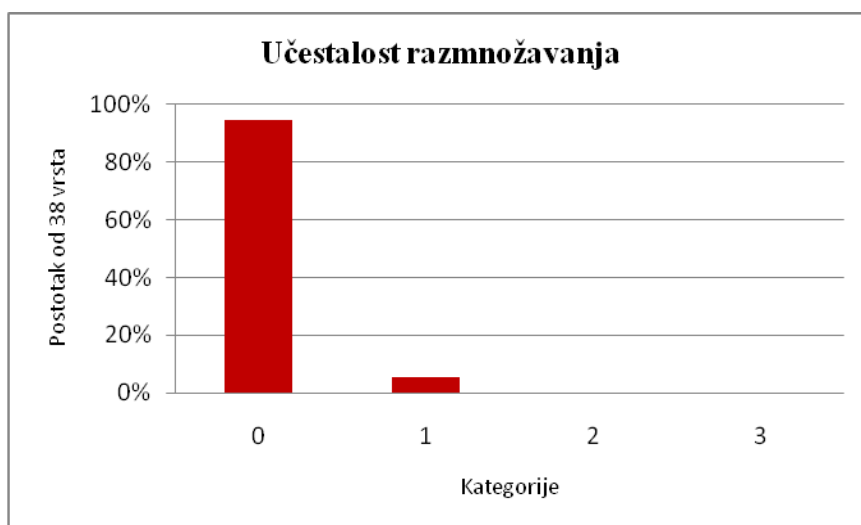
3.2.1. Varijable slabog utjecaja na osjetljivost

Varijable koje imaju slab utjecaj na osjetljivost gmazova su „Nezakonita trgovina“, „Učestalost razmnožavanja“, „Maksimalna dob“ i „IUCN nacionalni status“ (Slike 21-24). Kod svake od ovih varijabla se uočava dominacija kategorije 0.



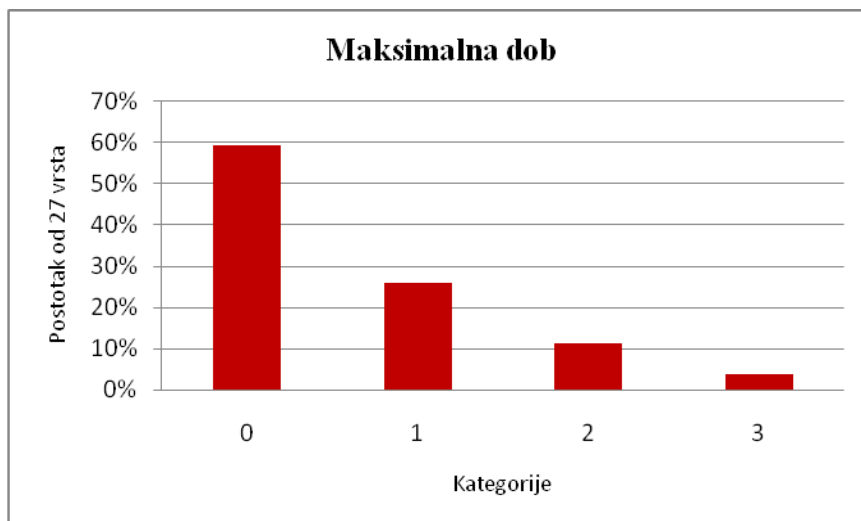
Slika 21. Udio vrsta gmazova prema nezakonitoj trgovini; 0 = *nema nezakonite trgovine*, 1 = *slaba nezakonita trgovina*, 2 = *osrednja nezakonita trgovina*, 3 = *jaka nezakonita trgovina*

Dijagram na slici 21 ukazuje da više od 40% vrsta nije izloženo nezakonitoj trgovini. Jakoj nezakonitoj trgovini izložene su tri vrste kornjača i to *Testudo hermanni*, *Emys orbicularis* i *Trachemys scripta*.



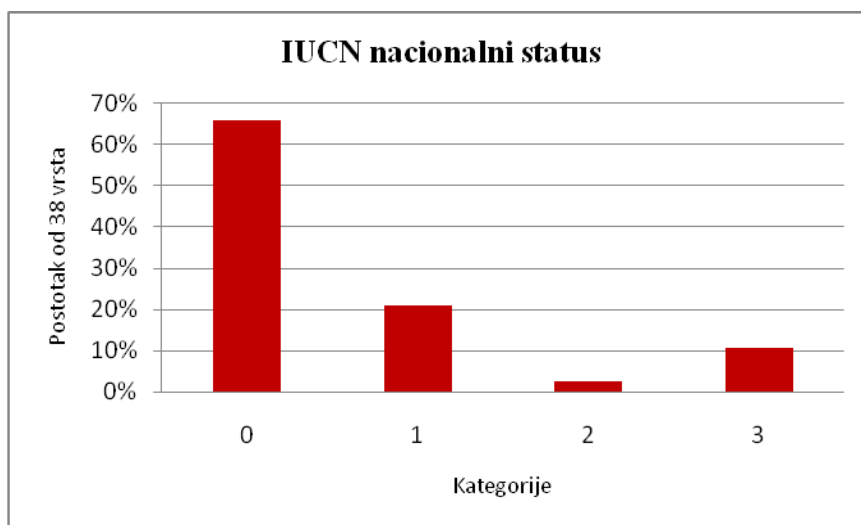
Slika 22. Udio vrsta gmazova prema učestalosti razmnožavanja; 0 = *svake godine*, 1 = *svake druge godine*, 2 = *svake treće godine*, 3 = *svake 4 godine ili više*

Dijagram na slici 22 ukazuje da se sve vrste razmnožavaju svake godine, osim zmija *Vipera berus* i *Vipera ursinii* koje se razmnožavaju svake druge godine.



Slika 23. Udio vrsta gmazova prema maksimalnoj dobi; 0 = vrsta s >15 godina maksimalne dobi, 1 = 11-15 godina maksimalne dobi, 2 = 5-10 godina maksimalne dobi, 3 = <5 godina maksimalne dobi

Dijagram na slici 23 ukazuje da gotovo 60% vrsta ima maksimalnu dob iznad 15 godina, a kritičan je *Ablepharus kitaibelli* s maksimalnom dobi nižoj od 5 godina.

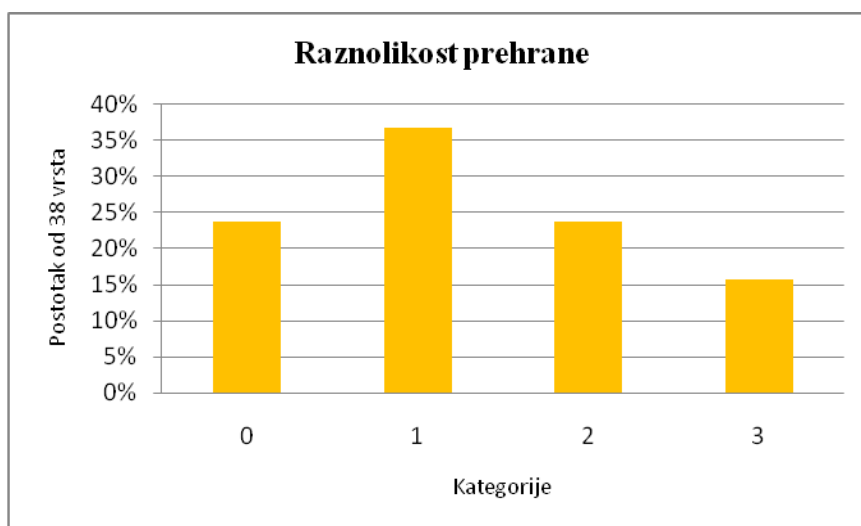


Slika 24. Udio vrsta gmazova prema IUCN nacionalnom statusu; 0 = najmanje zabrinjavajuće (least concern), 1 = gotovo ugrožene (near threatened), 2 = osjetljive (vulnerable), 3 = ugrožene (endangered) ili kritično ugrožene (critically endangered)

Dijagram na slici 24 ukazuje da je preko 60% vrsta definirano kao najmanje zabrinjavajuće, samo *Dinarolacerta mosorensis* ima osjetljivi status, a ugroženi status imaju vrste *Dolichophis caspius*, *Vipera ursinii*, *Ablepharus kitaibelii* i *Mauremys rivulata*.

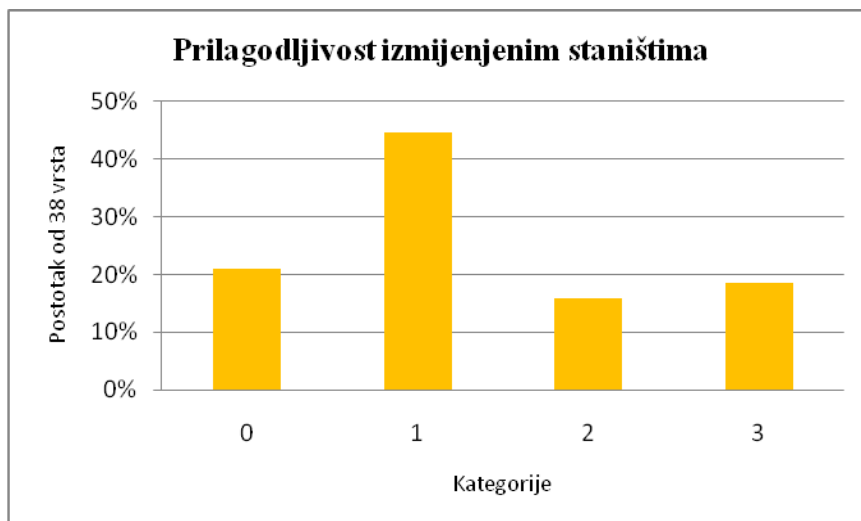
3.2.2. Varijable umjerenog utjecaja na osjetljivost

Varijable koje imaju umjeren utjecaj na osjetljivost gmazova su „Raznolikost prehrane“ i „Prilagodljivost izmijenjenim staništima“ (Slike 25-26). Kod obje varijable dominantna je kategorija 1, a ostale varijable su ravnopravne.



Slika 25. Udio vrsta gmazova prema raznolikosti prehrane; 0 = *nema specijalizacije (generalist)*, nijedan red >30% u prehrani, 1 = *slaba specijalizacija, glavni plijen 31-50%*, 2 = *srednja specijalizacija, glavni plijen 51-70%*, 3 = *visoka specijalizacija, glavni plijen >70%*

Dijagram na slici 25 ukazuje da većina vrsta ima slabu specijalizaciju, a ostatak je podjednako raspoređen na kategorije 0, 2 i 3, s tim da je najmanje vrsta visoko specijalizirano.

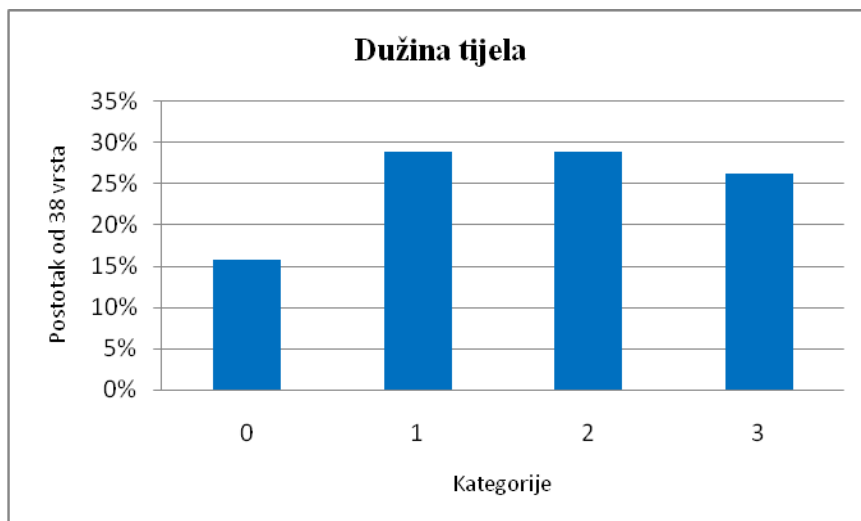


Slika 26. Udio vrsta gmazova prema prilagodljivosti izmijenjenim staništima; 0 = *ekstremno prilagodljiva vrsta (pronađena čak i u urbanim sredinama)*, 1 = *prilagodljiva vrsta (pronađena i u predgrađima)*, 2 = *slabo prilagodljiva vrsta (pronađena u najboljem slučaju u prirodnim staništima ponešto izmijenjenim ljudskim aktivnostima)*, 3 = *neprilagodljiva vrsta (pronađena samo u velikim područjima dobro očuvanih prirodnih staništa)*

Dijagram na slici 26 ukazuje da je većina vrsta prilagodljive prirode, a vrste koje su ekstremno prilagodljive, slabo prilagodljive, te neprilagodljive su ravnomjerno zastupljene.

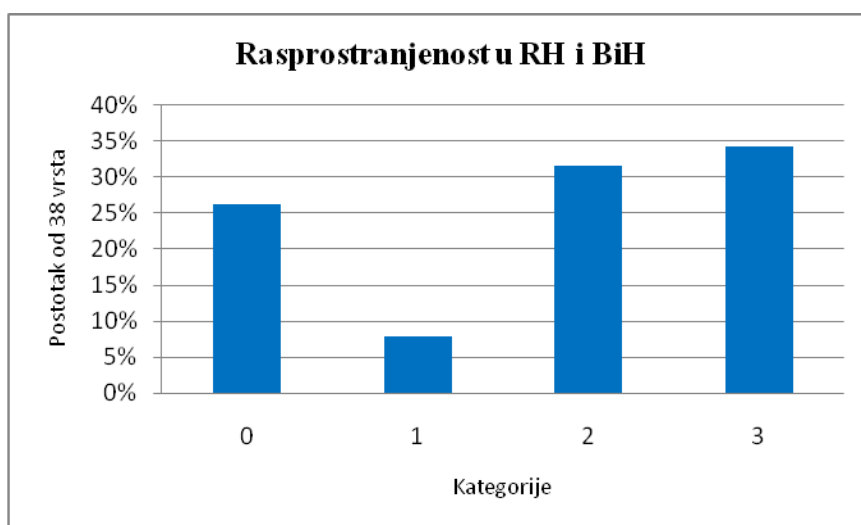
3.2.3. Varijable jakog utjecaja na osjetljivost

Varijable koje imaju jaki utjecaj na osjetljivost gmazova su „Dužina tijela“, „Rasprostranjenost u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini“, „Broj jaja/mladih“, „Rasprostranjenost po regijama“ i „Ponašanje“ (Slike 27-31). Kod svake od ovih varijabla postotak vrsta koje pripadaju kategoriji 0 je manji ili puno manji od postotka vrsta koje pripadaju kategorijama 2 i/ili 3.



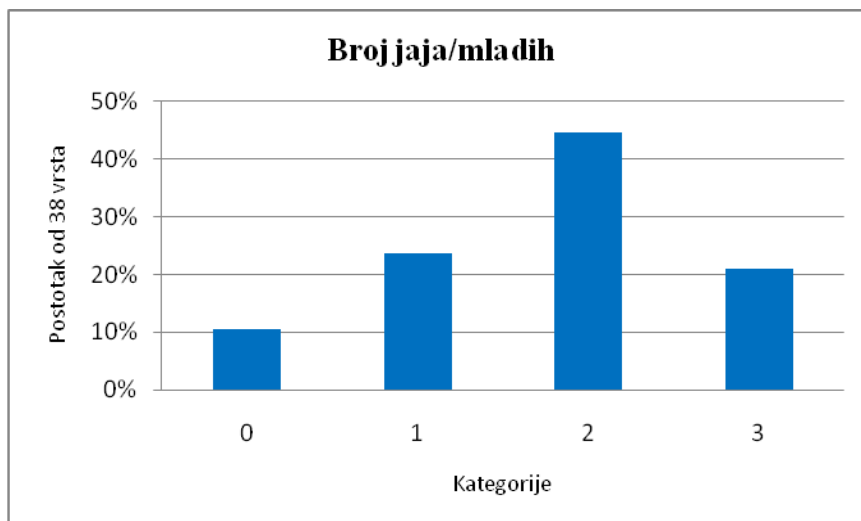
Slika 27. Udio vrsta gmazova prema dužini tijela; zmije: 0 = <50 cm, 1 = 51-90 cm, 2 = 91-130 cm, 3 = >130 cm; gušteri: 0 = <20 cm, 1 = 20-30 cm, 2 = 31 – 40 cm, 3 = >40 cm; kornjače: 0 = <10 cm, 1 = 11-20 cm, 2 = 21-30 cm, 3 = >31 cm

Dijagram na slici 27 ukazuje da samo nešto više od 15% vrsta pripada kategoriji najmanje dužine, a ostale kategorije su ravnomjerno raspoređene.



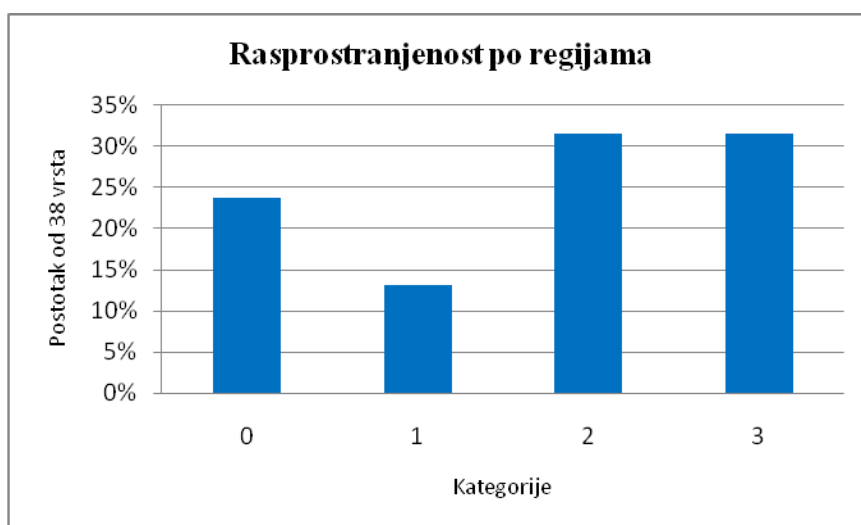
Slika 28. Udio vrsta gmazova prema rasprostranjenosti u RH i BiH; 0 = vrsta prisutna u >80% prostora RH i BiH, 1 = prisutna u 50-80%, 2 = prisutna u 20-49%, 3 = prisutna u <20%

Dijagram na slici 28 ukazuje da su vrste raznoliko raspoređene, a čak skoro 35% vrsta je prisutno u manje od 20% teritorija RH i BiH.



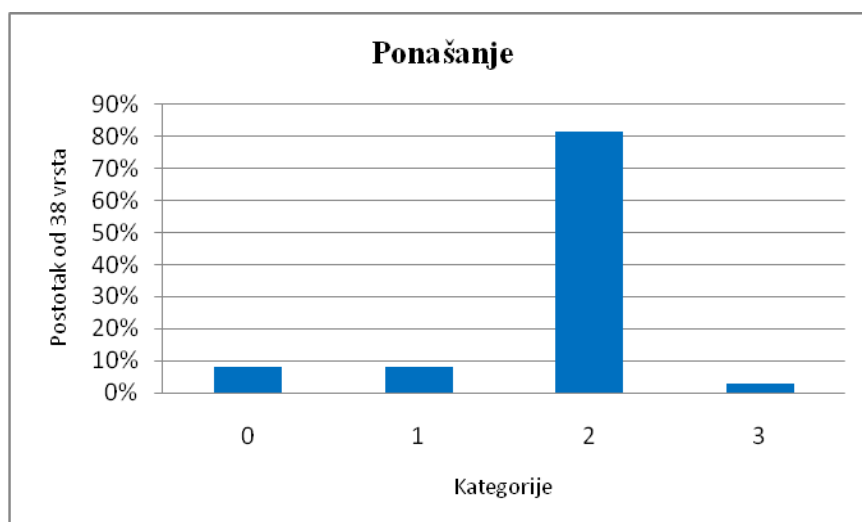
Slika 29. Udio vrsta gmazova prema broju jaja/mladih; 0 = >15 jaja/mladih, 1 = 10-15, 2 = 5-10, 3 = <5

Dijagram na slici 29 ukazuje da najviše vrsta ima 5-10 jaja/mladih, a ostali rasponi su podjednako raspoređeni, osim vrsta *Natrix natrix*, *Natrix tessellata*, *Lacerta bilineata* i *Lacerta viridis* koje liježu više od 15 jaja.



Slika 30. Udio vrsta gmazova prema rasprostranjenosti po regijama (kontinentalna, panonska, mediteranska i gorska regija); 0 = vrsta pronađena u sve četiri regije, 1 = pronađena u tri regije, 2 = pronađena u dvije regije, 3 = pronađena u samo jednoj regiji

Dijagram na slici 30 ukazuje da je najveći postotak vrsta rasprostranjen ili u jednoj ili u dvije regije, a najmanji postotak vrsta je pronađen u točno tri regije.



Slika 31. Udio vrsta gmazova prema ponašanju; 0 = vrsta s fosorijalno-nokturalnom aktivnošću, 1 = nokturalna aktivnost iznad zemlje, 2 = diurnalna tajanstvena aktivnost, 3 = diurnalna očigledna aktivnost

Dijagram na slici 31 ukazuje da velika većina vrsta ima dnevnu tajanstvenu aktivnost, a najkritičnija je zmija *Hierophis viridiflavus* koja je jedina vrsta s dnevnom očiglednom aktivnošću.

3.3. Indeksi osjetljivosti vodozemaca i gmazova

Dobiveni rezultati ukupnog indeksa osjetljivosti za vodozemce i gmazove sumirani su u tablicu 2. Korelacija indeksa osjetljivosti s nacionalnim statusom zaštite dana je na slici 32. Raspodjela broja vrsta obje skupine po vrijednostima indeksa osjetljivosti dana je na slici 33.

Tablica 2. Indeksi osjetljivosti vodozemaca i gmazova u RH i BiH; **crveno** - indeksi > 1,60 (jako osjetljive vrste); **narančasto** - između 1,00 i 1,60 (umjereno osjetljive vrste); **zeleno** - < 1,00 (slabo osjetljive vrste)

Vrsta	Indeks osjetljivosti bez IUCN varijable	Indeks osjetljivosti s IUCN varijablom
<i>Vipera ursinii</i>	1,90	2,00
<i>Ablepharus kitaibelii</i>	1,90	2,00
<i>Testudo hermanni</i>	1,80	1,73
<i>Proteus anguinus</i>	1,79	1,87
<i>Dolichophis caspius</i>	1,70	1,82
<i>Zamenis situla</i>	1,70	1,64
<i>Mauremys rivulata</i>	1,70	1,82
<i>Iberolacerta horvathi</i>	1,65	1,59

<i>Rana latastei</i>	1,64	1,73
<i>Dinarolacerta mosorensis</i>	1,60	1,64
<i>Typhlops vermicularis</i>	1,55	1,41
<i>Platycephalus najadum</i>	1,55	1,50
<i>Telescopus fallax</i>	1,55	1,50
<i>Blanus strauchi</i>	1,55	1,41
<i>Triturus dobrogicus</i>	1,50	1,47
<i>Algyroides nigropunctatus</i>	1,45	1,32
<i>Dalmatolacerta oxycephala</i>	1,45	1,32
<i>Pseudopus apodus</i>	1,45	1,32
<i>Rana graeca</i>	1,43	1,33
<i>Tarentola mauritanica</i>	1,40	1,27
<i>Salamandra atra</i>	1,36	1,33
<i>Rana arvalis</i>	1,36	1,27
<i>Hierophis viridiflavus</i>	1,30	1,18
<i>Malpolon insignitus</i>	1,30	1,18
<i>Lacerta trilineata</i>	1,30	1,18
<i>Zootoca vivipara</i>	1,30	1,18
<i>Hemidactylus turcicus</i>	1,30	1,18
<i>Emys orbicularis</i>	1,30	1,27
<i>Podarcis melisellensis</i>	1,25	1,14
<i>Triturus carnifex</i>	1,21	1,20
<i>Elaphe quatuorlineata</i>	1,20	1,18
<i>Vipera berus</i>	1,20	1,18
<i>Podarcis siculus</i>	1,20	1,09
<i>Lacerta agilis</i>	1,10	1,00
<i>Hierophis gemonensis</i>	1,10	1,00
<i>Natrix natrix</i>	1,10	1,00
<i>Zamenis longissimus</i>	1,10	1,00
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	1,07	1,00
<i>Coronella austriaca</i>	1,00	0,91
<i>Trachemys scripta</i>	1,00	0,91
<i>Pelobates fuscus</i>	0,93	0,93
<i>Pelophylax lessonae</i>	0,93	0,87
<i>Natrix tessellata</i>	0,90	0,82
<i>Salamandra salamandra</i>	0,86	0,80
<i>Lacerta viridis</i>	0,85	0,77
<i>Vipera ammodytes</i>	0,80	0,73
<i>Podarcis muralis</i>	0,80	0,73
<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	0,79	0,73
<i>Pelophylax ridibundus</i>	0,79	0,73
<i>Lacerta bilineata</i>	0,75	0,68
<i>Bombina bombina</i>	0,71	0,73
<i>Bombina variegata</i>	0,71	0,67
<i>Rana dalmatina</i>	0,71	0,67

<i>Anguis fragilis</i>	0,70	0,64
<i>Rana temporaria</i>	0,64	0,60
<i>Lissotriton vulgaris</i>	0,57	0,53
<i>Bufo viridis</i>	0,57	0,53
<i>Hyla arborea</i>	0,57	0,53
<i>Bufo bufo</i>	0,50	0,47

Raspon indeksa osjetljivosti bez IUCN varijable je od 0,50 (*Bufo bufo*) do 1,90 (*Ablepharus kitaibelii* i *Vipera ursinii*). Od 59 vrsta, broj onih koje pripadaju grupi slabo osjetljivih svojti je 19 (32,2%), broj vrsta koje pripadaju grupi umjereno osjetljivih svojti je 31 (52,5%), te broj vrsta koje pripadaju grupi jako osjetljivih svojti je 9 (15,3%). Srednja vrijednost (average) indeksa osjetljivosti je 1,19, a centralna vrijednost (median) je 1,21. Raspon ukupnih indeksa osjetljivosti je od 0,47 (*Bufo bufo*) do 2,00 (*Ablepharus kitaibelii* i *Vipera ursinii*). Od 59 vrsta, broj onih koje pripadaju grupi slabo osjetljivih svojti je 21 (35,6%), broj vrsta koje pripadaju grupi umjereno osjetljivih svojti je 29 (49,1%), te broj vrsta koje pripadaju grupi jako osjetljivih svojti je 9 (15,3%). Srednja vrijednost (average) indeksa osjetljivosti je 1,14, a centralna vrijednost (median) je 1,18.

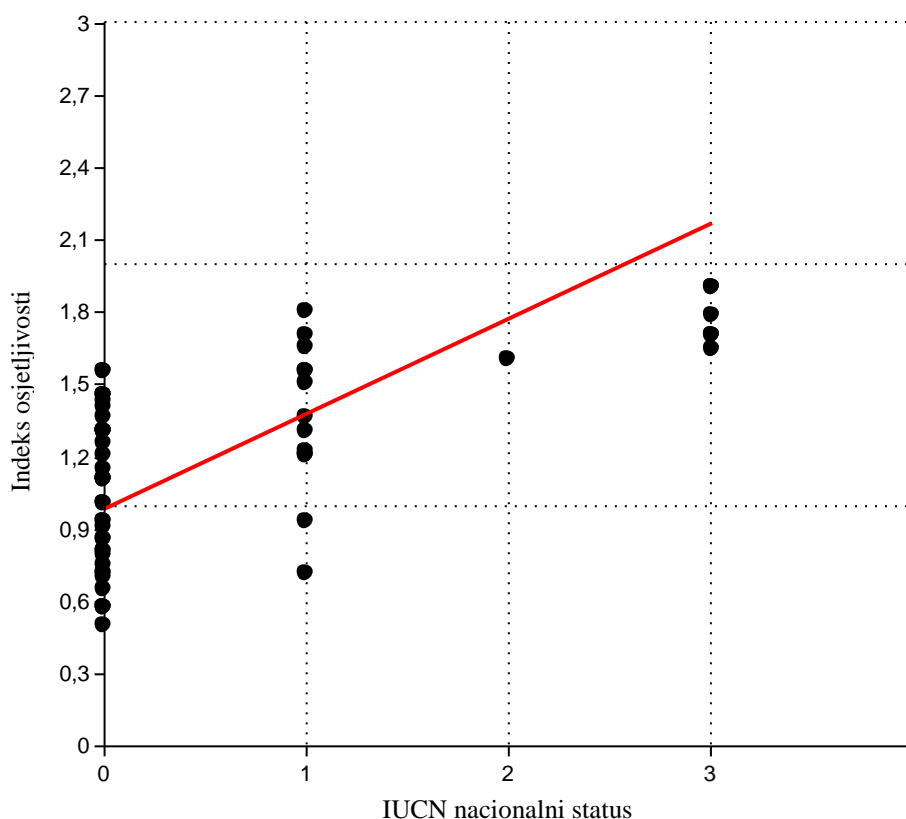
Prema tablici 2, najosjetljivije vrste (indeksi osjetljivosti veći od 1,60) u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini su (od najvećeg do najmanjeg indeksa osjetljivosti bez IUCN varijable): *Vipera ursinii*, *Ablepharus kitaibelii*, *Testudo hermanni*, *Proteus anguinus*, *Dolichophis caspius*, *Zamenis situla*, *Mauremys rivulata*, *Iberolacerta horvathi* i *Rana latastei*.

Vrste *Dinarolacerta mosorensis*, *Thyphlops vermicularis*, *Platyceps najadum*, *Telescopus fallax* i *Blanus strauchi* su umjereno osjetljive vrste s potencijalom prelaska u jako osjetljive.

Tablica 3. Odabrane vrste s najvećim odstupanjima indeksa osjetljivosti od IUCN nacionalnog statusa; sivo – vrste s velikim indeksima; plavo – vrste s malim indeksima

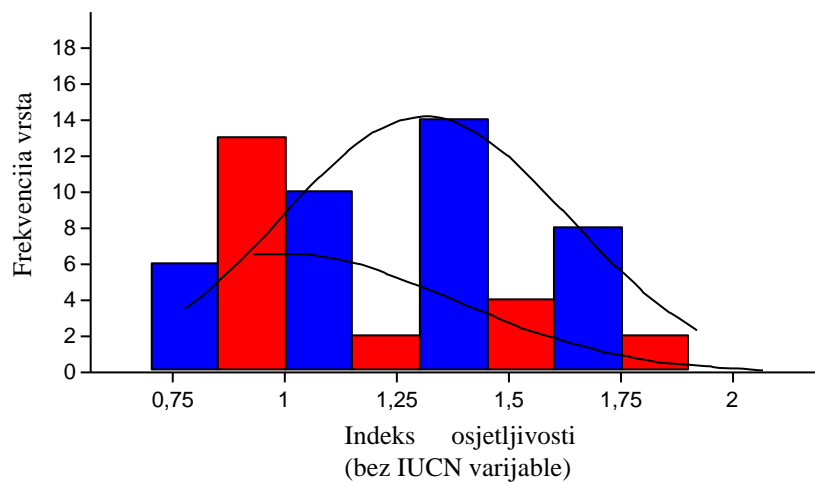
Vrsta	Indeks osjetljivosti bez IUCN-a	IUCN status
<i>Testudo hermanni</i>	1,80 (jako osjetljiva)	1 (gotovo ugrožena)
<i>Zamenis situla</i>	1,70 (jako osjetljiva)	1 (gotovo ugrožena)
<i>Iberolacerta horvathi</i>	1,65 (jako osjetljiva)	1 (gotovo ugrožena)
<i>Typhlops vermicularis</i>	1,55 (umjereno osjetljiva)	0 (nije procijenjena)
<i>Blanus strauchi</i>	1,55 (umjereno osjetljiva)	0 (nije procijenjena)
<i>Pelobates fuscus</i>	0,93 (slabo osjetljiva)	1 (gotovo ugrožena)
<i>Bombina bombina</i>	0,71 (slabo osjetljiva)	1 (gotovo ugrožena)

U tablici 3 prikazani su primjeri iznimki vrsta koje odstupaju od svojih statusa ugroženosti u Crvenoj knjizi. Više je onih vrsta s izračunatim visokim indeksom osjetljivosti koji se ne slaže s njihovim IUCN statusom, a samo dvije vrste imaju mali indeks osjetljivosti s obzirom na njihov status ugroženosti



Slika 32. Korelacija varijable „IUCN nacionalni status“ s vrijednostima indeksa osjetljivosti vodozemaca i gmazova ($p < 0,001$)

Slika 32 ukazuje da je indeks osjetljivosti (bez IUCN varijable) statistički značajno koreliran sa IUCN nacionalnim statusom vrsta (IUCN varijabla). Svaka točka na dijagramu predstavlja jednu vrstu.

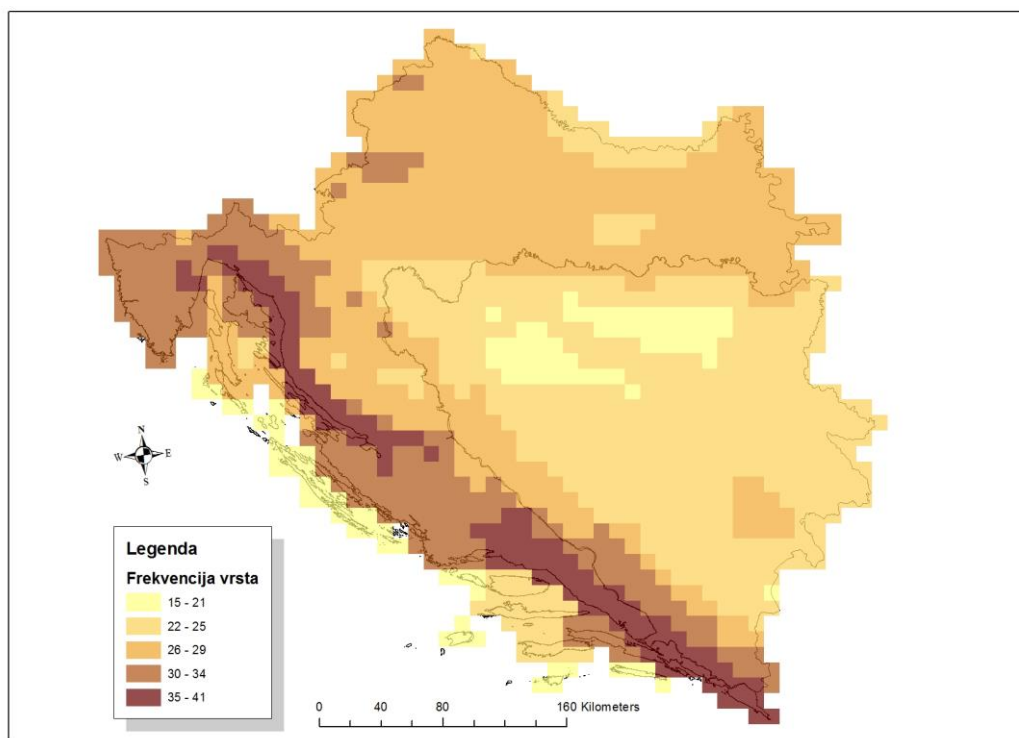


Slika 33. Raspodjela broja vrsta vodozemaca i gmazova po rasponima indeksa osjetljivosti; **crveno** - vodozemci; **plavo** - gmazovi

Slika 33 pokazuje da su gmazovi opisani gotovo savršenom Gaussovom krivuljom, a preko pola vrsta vodozemaca (13 vrsta) ne prelazi indeks s vrijednošću 1, pa je krivulja silazna.

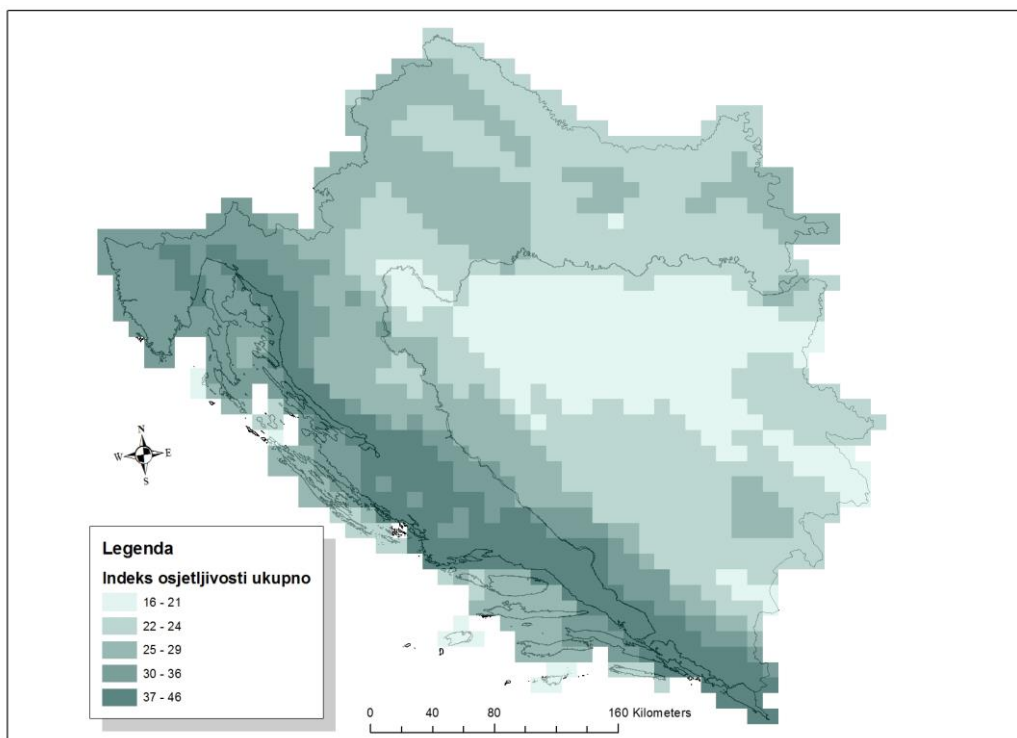
3.4. Određivanje važnih herpetoloških područja

Tri karte važnih herpetoloških područja dane su na slikama 34, 35 i 36.



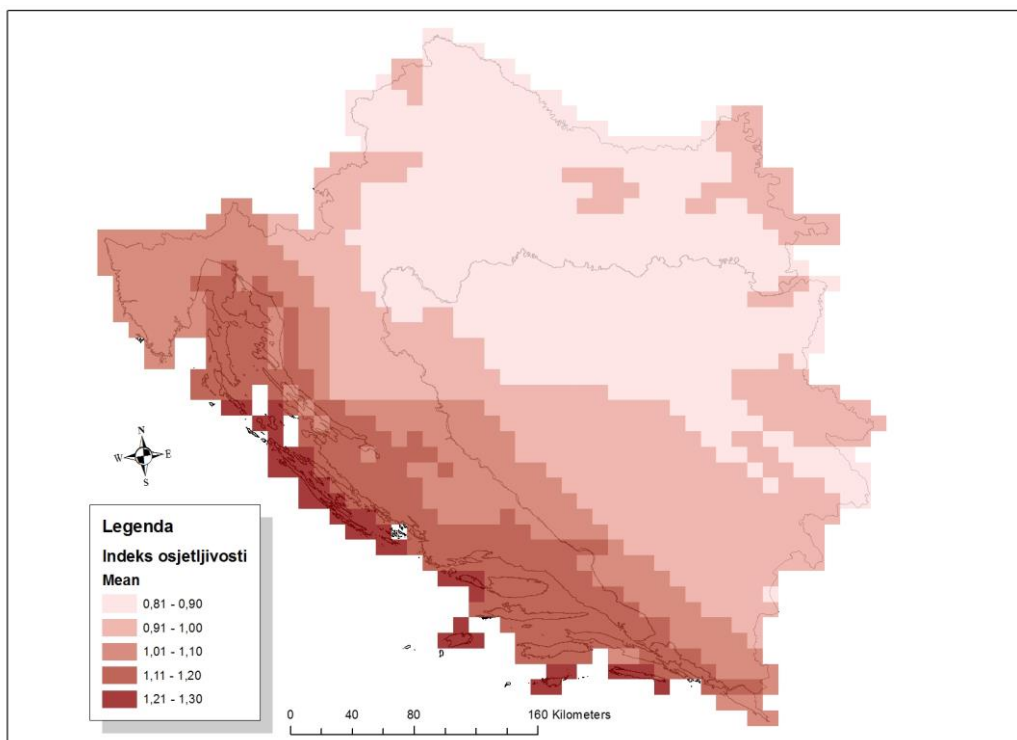
Slika 34. Frekvencija broja vrsta vodozemaca i gmazova na području Hrvatske i BiH; 10x10 km mreža, dakle jedan piksel = 100 km²

Najviše vrsta vodozemaca i gmazova rasprostranjeno je duž Hrvatske obale, s izuzetkom udaljenijih otoka, a najmanji broj vrsta je rasprostranjen u središtu i sjevernom dijelu BiH. Također, veći broj vrsta rasprostranjen je na području Hrvatske nego na području BiH.



Slika 35. Geografska raspodjela ukupnih indeksa osjetljivosti vodozemaca i gmazova Hrvatske i BiH;
10x10 km mreža, dakle jedan piksel = 100 km²

Područja s najvećim ukupnim indeksom osjetljivosti odgovaraju područjima s najvećim brojem vrsta i obrnuto (Slika 34). Dakle, Hrvatska obala, sve od Istre do Dubrovnika, uključujući otoke Cres i Krk, a izuzev ostalih otoka, je regija Hrvatske s najvećim ukupnim indeksom osjetljivosti vodozemaca i gmazova. S druge strane, sjeverni dio BiH je područje s namanjim ukupnim indeksom osjetljivosti. Područja s velikim ukupnim indeksima osjetljivosti u Hrvatskoj ima više nego u BiH (osim njenog krajnje južnog i jugoistočnog dijela).



Slika 36. Geografska raspodjela srednjih vrijednosti indeksa osjetljivosti vodozemaca i gmazova u Hrvatskoj i BiH; 10x10 km mreža, dakle jedan piksel = 100 km²

Područja s najvećom srednjom vrijednosti indeksa osjetljivosti su udaljeniji otoci i otočići, koji su stanište manjeg, ali osjetljivijeg broja vrsta za razliku od kopnenih područja. Najmanja srednja vrijednost je na većini područja nizinske Hrvatske, te na sjevernom dijelu BiH.

4. RASPRAVA

Od dvije skupine životinja obrađivanih u ovom radu, pokazalo se da gmazovi Hrvatske i Bosne i Hercegovine imaju veću osjetljivost od vodozemaca. Smatram da su varijable prema kojima su se određivali indeksi osjetljivosti gmazova odlično odabrane, čemu ide u prilog normalna raspodjela podataka. Vodozemci imaju silaznu krivulju i može se zaključiti da je većina vrsta na našim područjima slabo osjetljiva i ne prijeti im toliko smanjivanje broja vrsta. Moguće je i da su varijable pri računanju indeksa osjetljivosti vodozemaca loše odabrane, ali to ne smatram ispravnim tumačenjem, jer se nekolicina varijabla ponavlja i kod gmazova, te je broj varijabli veći i raznolikiji nego kod gmazova. Smatram da bi procjenom osjetljivosti na europskom nivou, linija za vodozemce poprimila oblik Gaussove krivulje, što bi značilo da naši vodozemci (uz neke iznimke) pripadaju onim slabije osjetljivim na području Europe. Nadalje, ne računajući IUCN status, od devet jako osjetljivih vrsta, samo dvije pripadaju razredu vodozemaca, a od 19 slabo osjetljivih vrsta, čak 13 pripada upravo vodozemcima, što nam govori da iako postoje jako osjetljivi vodozemci oni su ipak samo iznimka koja potvrđuje pravilo.

S obzirom na veliku razliku u ekologiji skupina, različite doprinose varijabli kod osjetljivosti vrsta je besmisleno uspoređivati. Međutim, treba napomenuti da su kod obje skupine varijable s jakim i umjerenim utjecajem na osjetljivost „rasprostranjenost po regijama“, „ponašanje“, „prilagodljivost izmijenjenim staništima“ i „dužina tijela“, s tim da je dužina jedina varijabla jakog utjecaja kod obje skupine. Kod budućih procjena osjetljivosti na različitim razinama, ove varijable se nameću kao obavezne u izračunima, a varijable poput „maksimalne dobi“ bi se trebale preispitati jer u našem slučaju pripada u ili slabo (gmazovi) ili umjereno utjecajne (vodozemci). Varijable sa normalnom distribucijom vrsta među kategorijama najbolje odvajaju osjetljive od manje osjetljivih vrsta i time više doprinose profiliranju vrsta duž ukupnog indeksa osjetljivosti. Varijable rasprostranjenosti (u RH i BiH, te po regijama) su najrazličitije zastupljene, ali upravo njih bi trebali uzeti s dozom opreza. Naime, kod procjena ugroženosti (IUCN), vrstama se dodjeljuju statusi ugroženosti isključivo prema njihovoj geografskoj rasprostranjenosti. Tako neke osjetljivije vrste budu svrstane kao manje ugrožene, te je to i glavni razlog zašto se stvara potreba za procjenama osjetljivosti sa širokim spektrom parametara, ponajviše ekološkim.

Time se dolazi do rasprave o odstupanjima statusa ugroženosti po IUCN-u i dobivenih indeksa osjetljivosti. Korelacija između dobivenih indeksa osjetljivosti i statusa ugroženosti vrsta po IUCN-u je jaka, što znači da se procjenom osjetljivosti može iznimno dobro i precizno odrediti ugroženost i rizik od nestajanja vrsta na nekom području. Međutim, postoje i iznimke, što je u skladu s očekivanjima, jer procjena osjetljivosti daje potpunije rezultate i stvarnije stanje ugroženosti vrsta, a nacionalni statusi ugroženosti bi se kod takvih vrsta trebali preispitati. Što se tiče dviju vrsta vodozemaca *Pelobates fuscus* i *Bombina bombina*, neujednačenost zapravo i nije toliko velika, pa se njihovi IUCN statusi ne trebaju preispitati. No, kao što je već spomenuto, postoji mogućnost da su varijable za vodozemce loše odabrane, što bi obajnilo ovo malo odstupanje, ali to nije realni zaključak na osnovi samo dvije vrste.

Procjene ugroženosti u Crvenoj knjizi (po IUCN-u) odražavaju trenutačni rizik od izumiranja, a glavni parametar za njihovo određivanje je geografska raspodjela. Upravo zato se mogu javiti odstupanja s dobivenim indeksima osjetljivosti. Na primjer, čančara (*Testudo hermanni*) ima samo status 1 (gotovo ugrožena) dobiven proučavajući njenu rasprostranjenost, koja je pak u procjeni osjetljivosti samo jedna od 11 varijabli za gmazove. Uzimanje svih varijabli u obzir dolazi se do bolje procjene ugroženosti čančare. Također bi se morali odrediti statusi vrsta za koje nema dovoljno podataka (što je u radu definirano kao kategorija najmanjeg rizika od izumiranja). Zmiji sljeparici i turskom dvoplazu (*Typhlops vermicularis* i *Blanus strauchi*) izračunat je umjereno veliki indeks osjetljivosti, ali tim vrstama je pronalazak u Hrvatskoj još uvijek pod upitnikom, te bi prioritet ipak trebao biti njihov pronalazak. Treba se i napomenuti da je velika podudarnost između jako osjetljivih vrsta i vrsta opisanih u Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske (2012).

Od svih jako osjetljivih vrsta planinski žutokrug je najosjetljiviji i to je bilo za očekivati zbog njegovog uskog, točkastog areala na području Dinarida, te zbog vrlo selektivne prehrane koja uključuje zrikavce i skakavce. (Jelić i sur., 2012). Slijedi ga ivanjski rovaš koji je također usko rasprostranjen i to samo na području Iloka i Papuka, te ima vrlo mali broj jaja i kratak životni vijek, što sve ukazuje na njegovu osjetljivost. Glavni razlog velike osjetljivosti čančare i riječne kornjače, uz mali areal, je izražena nezakonita trgovina, te bi se boljom regulacijom njihove prodaje na crno moglo spriječiti njihovo opadanje. Nije bilo sumnje da će čovječja ribica imati veliku osjetljivost, zbog njenog uskog areala, afiniteta ka čistim vodama, te velike dužine tijela i izrazite fragmentacije podzemnih staništa Dinarida u kojima živi. Zmijama crvenkrpici i žutoj poljarici ne idu u prilog njihova veličina i uska rasprostranjenost

koja uključuje samo mediteransku kod prve i panonsku biogeografsku regiju kod druge. Žuta poljarica jest zabilježena na otocima Olibu i Lastovu, ali sumnja se u njenu autohtonost na njima (Jelić i sur., 2012). Crvenkrpica je ugrožena i zbog pojačane nezakonite prodaje, čemu u prilog ide njena lijepa obojanost i šarenilost. Velebitska gušterica svoju osjetljivost, uz lijeganje malog broja jaja, najviše duguje uskom arealu na području Gorske Hrvatske, prvenstveno Velebita, a sličan je slučaj s talijanskom smeđom žabom, koja pak živi samo na uskom arealu na sjeveru Istre.

Važna herpetološka područja na teritoriju Hrvatske i BiH uglavnom se prostiru po obali Jadranskog mora, sve od Istre do područja Dubrovnika. Zajedno sa rubnim i nekim unutarnjim dijelovima Dinarida, ova područja imaju najveći ukupni indeks osjetljivosti, ali i veliku srednju vrijednost istih. To znači da, iako je broj vrsta na tim područjima velik, ipak prednjače vrste velike osjetljivosti. U prilog tome ide i velika srednja vrijednost indeksa osjetljivosti na udaljenijim otocima gdje je manji broj različitih vrsta, ali vrste imaju veći indeks osjetljivosti zbog svoje izoliranosti. Primjeri vrsta s uskom rasprostranjenosti, a velikim indeksom osjetljivosti su talijanska smeđa žaba u Istri i riječna kornjača oko područja grada Dubrovnika. U nizinskom području ističe se područje Parka prirode Papuk i Iloka, zbog jako osjetljivog guštera ivanjskog rovaša koji obitava samo na ta dva uska areala. Brojnost vrsta, te ukupna i srednja vrijednost indeksa osjetljivosti, veći su u Hrvatskoj nego u BiH, a razlog tomu je slabija istraženost rasprostranjenosti vodozemaca i gmazova u BiH. Dva područja koja se ipak ističu povećanim vrijednostima indeksa osjetljivosti su južni i jugoistočni Dinaridi (prvenstveno uz granicu s Hrvatskom), što se može objasniti kvalitetnijim istraživanjem iznimno osjetljivog planinskog žutokruga s obje strane.

5. ZAKLJUČAK

- Procjena osjetljivosti vodozemaca i gmazova na bazi ekoloških, bioloških, geografskih i antropoloških varijabli može dati kvalitetnu procjenu stanja ugroženosti vrsta i njihovog potencijala izumiranja.
- Iako su dobiveni indeksi osjetljivosti usko korelirani s IUCN statusima ugroženosti vrsta, metoda procjene osjetljivosti nameće se kao bolja metoda određivanja rizičnih vrsta vodozemaca i gmazova zbog detaljnijeg pristupa i uzimanja u obzir raznih tipova varijabli.
- Gmazovi na području Hrvatske i Bosne i Hercegovine su generalno osjetljiviji od vodozemaca
- Najosjetljivije vrste herpetofaune Hrvatske i Bosne i Hercegovine su *Vipera ursinii*, *Ablepharus kitaibelii*, *Testudo hermanni*, *Proteus anguinus*, *Dolichophis caspius*, *Zamenis situla*, *Mauremys rivulata*, *Iberolacerta horvathi* i *Rana latastei*.
- Nacionalne statute ugroženosti vrsta koji odskaku od izračunatih indeksa osjetljivosti (prvenstveno *Testudo hermanni*, *Zamenis situla* i *Iberolacerta horvathi*) treba preispitati i predložiti nove statute.
- Važna herpetološka područja u Hrvatskoj i BiH obuhvaćaju obalne prostore od Istre do Dubrovnika, većinu otoka, veliki dio Dinarida, te uska područja na Papuku i Iloku

6. LITERATURA

- Andreone, F., Luiselli, L. M. (2000): The Italian batrachofauna and its conservation status: a statistical assessment. *Biological Conservation* 96:197-208.
- Arnold, E. N., Ovenden, D. W. (2002): A field guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Collins, London.
- Baškiera, S. (2013): Reproaktivne značajke živorodne gušterice (*Zootoca vivipara* Lichtenstein, 1823). Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Behler, J. L. & King, F. W. (2000): National Audubon Society Field Guide to North American Reptiles & Amphibians. Eighteenth printing. A. A. Knopf, New York.
- Böhme, W. ed. (1981): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 1 Echsen (Sauria) I (Gekkonidae, Agamidae, Chamaeleonidae, Anguidae, Amphisbaenidae, Scincidae, Lacertidae I). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 1-520 pp.
- Böhme, W. ed. (1981): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 1 Echsen (Sauria) I (Gekkonidae, Agamidae, Chamaeleonidae, Anguidae, Amphisbaenidae, Scincidae, Lacertidae I). Akademische Verlagsgesellschaft: AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Böhme, W. ed. (1984) Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Danilov, I.G. Band 3/IIIB: Schildkröten (Testudines) II (Cheloniidae, Dermochelyidae, Fossile Schildkröten Europas). Aula-verlag. 145pp.
- Böhme, W. ed. (1984): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 2/I Echsen (Sauria) II (Lacertidae II: Lacerta). AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Böhme, W. ed. (1986): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 2/II Echsen (Sauria) III (Lacertidae III: Podarcis). AULA-Verlag, Wiesbaden. 434 pp.

- Böhme, W. ed. (1993): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Vol. 3/I, Schlangen (Serpentes) I. Wiesbaden (Aula), 480 pp.
- Böhme, W. ed. (1999): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 3/IIA: Schlangen II (Serpentes) II: Colubridae 2 (Boiginae, Natricinae). AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Crawford, N.G., Faircloth, B.C., McCormack, J.E., Brumfield, R.T., Winker, K., Glenn, T.C. (2012): More than 1000 ultraconserved elements provide evidence that turtles are the sister group of archosaurs. *Biol. Lett.* (2012) 8:783–786.
- Filippi, E., Luiselli, L. M. (2000): Status of the Italian snake fauna and assessment of conservation threats. *Biological Conservation* 93:219–225.
- Fritz, U. ed. (2005): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Schildkröten (Testudines) II. AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Grossenbacher, K., Thiesmeier, B. (2003): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 4/IIA: Schwanzlurche (Urodela) II. Wiesbaden (Aula-Verlag), 351 pp.
- Grossenbacher, K. ed. (2009): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 5/II: Froschlurche (Anura) II. Wiesbaden (Aula-Verlag), 503 pp.
- Grossenbacher, K. ed. (2009): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 5/II Froschlurche (Anura) II (Hylidae, Bufonidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 1-503 pp.
- Grossenbacher, K. ed. (2012): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 5/I, Froschlurche (Anura) I. Wiesbaden (Aula-Verlag), 633 pp.
- Jelić, D. (2014): Checklist of Amphibians and Reptiles of Croatia with bibliography of 250 years of research. Croatian Institute for Biodiversity, Croatian Herpetological Society – Hyla, Zagreb.

- Jelić, D., Ajtić, R., Sterijovski, B., Crnobrnja-Isailović, J., Lelo, S., Tomović, Lj. (2013): Vipers (Reptilia: Squamata: Viperidae) of the Western and Central Balkans – legal status and assessment of conservation threats. *Herpetological Conservation and Biology* 8(3):764-770.
- Jelić, D., Kuljerić, M., Koren, T., Treer, D., Šalamon, D., Lončar, M., Podnar-Lešić, M., Janev-Hutinec, B., Bogdanović, T., Mekinić, S. (2012): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Red Book of Amphibians and Reptiles of Croatia). Ministarstvo Kulture, Državni Zavod za Zaštitu Prirode, Zagreb.
- Jelić, D., Lelo, S. (2011): Distribution and Status Quo of *Natrix tessellata* in Croatia, and Bosnia and Herzegovina. *Mertensiella* 18:217-224.
- Kreiner, G. (2007): The Snakes of Europe, All Species from West of the Caucasus Mountains. Chimaira, Frankfurt am Main.
- Lelo, S., Vesnić, A. (2011): Revision of the checklist of amphibians (Vertebrata, Amphibia) of Bosnia and Herzegovina. *Natura Montenegrina* 10(3):245-257.
- Lisičar, P. (2014): Morfometrijske i ekološke značajke šare poljarice (*Hierophis gemonensis* Laurenti, 1768). Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Thiesmeier, B., Grossenbacher, K. W. ed. (2012): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 5/I Froschlurche (Anura) I (Alytidae, Bombinatoridae, Pelodytidae, Pelobatidae). AULA-Verlag, Wiesbaden. 1-629 pp.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2009): Herpetology – An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 3rd Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, Burlington, 697 pp.

ARKive (2013): Amphibian Conservation, <http://www.arkive.org/amphibian-conservation>; pristupljeno 16.11.2014.

IRCF (2014): International Reptile Conservation Foundation, www.ircf.org; pristupljeno 17.11.2014.

IUCN (2014): The IUCN Red List of Threatened Species, <http://www.iucnredlist.org>; pristupljeno 21.1.2015.

Terraristik (2014): Terraristik Kleinanzeigen, http://www.terrarium.com/tb/list_classifieds.php; pristupljeno 15.1.2015.

PRILOG

Tablica 1. Popis vrsta vodozemaca i gmazova u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini; **plavo** – vrste u obje zemlje; **smeđe** – vrste samo u BiH; **zeleno** – vrste samo u Hrvatskoj

Redni broj	Razred	Red	Porodica	Latinsko ime vrste	Hrvatsko ime vrste
1.	Amphibia	Caudata	Salamandridae	<i>Ichthyosaura alpestris</i> (Laurenti, 1768)	planinski vodenjak
2.	Amphibia	Caudata	Salamandridae	<i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	mali vodenjak
3.	Amphibia	Caudata	Salamandridae	<i>Triturus carnifex</i> (Laurenti, 1768)	veliki vodenjak
4.	Amphibia	Caudata	Salamandridae	<i>Triturus dobrogicus</i> (Kiritzescu, 1903)	dunavski vodenjak
5.	Amphibia	Caudata	Salamandridae	<i>Salamandra atra</i> (Laurenti, 1768)	crni daždevnjak
6.	Amphibia	Caudata	Salamandridae	<i>Salamadra salamandra</i> (Linnaeus, 1758)	pjegavi daždevnjak
7.	Amphibia	Caudata	Proteidae	<i>Proteus anguinus</i> (Laurenti, 1768)	čovječa ribica
8.	Amphibia	Anura	Bombinatoridae	<i>Bombina bombina</i> (Linnaeus, 1761)	crveni mukač
9.	Amphibia	Anura	Bombinatoridae	<i>Bombina variegata</i> (Linnaeus, 1758)	žuti mukač
10.	Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	smeđa krastača
11.	Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768)	zelena krastača
12.	Amphibia	Anura	Pelobatidae	<i>Pelobates fuscus</i> (Laurenti, 1768)	češnjača
13.	Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758)	gatalinka
14.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Pelophylax kl. esculentus</i> (Linnaeus, 1758)	jestiva zelena žaba
15.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Pelophylax lessonae</i> (Camerano, 1882)	mala zelena žaba
16.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas, 1771)	velika zelena žaba

17.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana arvalis</i> (Nilsson, 1842)	močvarna smeđa žaba
18.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana dalmatina</i> (Fitzinger in Bonaparte, 1838)	šumska smeđa žaba
19.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana latastei</i> (Boulenger, 1879)	talijanska smeđa žaba
20.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana temporaria</i> (Linnaeus, 1758)	livadna smeđa žaba
21.	Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana graeca</i> (Boulenger, 1891)	grčka žaba
22.	Reptilia	Testudines	Testudinidae	<i>Testudo hermanni</i> (Gmelin, 1789)	čančara
23.	Reptilia	Testudines	Emydidae	<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	barska kornjača
24.	Reptilia	Testudines	Geomydidae	<i>Mauremys rivulata</i> (Valenciennes, 1833)	riječna kornjača
25.	Reptilia	Testudines	Geomydidae	<i>Trachemys scripta</i> (Schoepff, 1792)	crvenouha kornjača
26.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Algyroides nigropunctatus</i> (Dumeril & Bibron, 1839)	mrki ljuskavi gušter
27.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Iberolacerta horvathi</i> (Mehely, 1904)	velebitska gušterica
28.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Dalmatolacerta oxycephala</i> (Dumeril & Bibron, 1839)	oštroglava gušterica
29.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Dinarolacerta mosorensis</i> (Kolombarović, 1886)	mosorska gušterica
30.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Lacerta agilis</i> (Linnaeus, 1758)	livadna gušterica
31.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Lacerta bilineata</i> (Daudin, 1802)	zapadno mediteranski zelembać
32.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Lacerta viridis</i> (Laurenti, 1768)	obični zelembać
33.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Lacerta trilineata</i> (Bedriaga, 1886)	veliki zelembać
34.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Podarcis melisellensis</i> (Braun, 1877)	krška gušterica
35.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)	zidna gušterica
36.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Podarcis siculus</i> (Rafinesque-Schmaltz, 1810)	primorska gušterica

37.	Reptilia	Squamata	Lacertidae	<i>Zootoca vivipara</i> (Jacquin, 1787)	živorodna gušterica
38.	Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758)	kućni macaklin
39.	Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Tarentola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)	zidni macaklin
40.	Reptilia	Squamata	Anguidae	<i>Anguis fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	sljepić
41.	Reptilia	Squamata	Anguidae	<i>Pseudopus apodus</i> (Pallas, 1775)	blavor
42.	Reptilia	Squamata	Scincidae	<i>Ablepharus kitaibelii</i> (Bibron & Bory de Saint-Vincent, 1833)	ivanjski rovaš
43.	Reptilia	Squamata	Amphisbaenidae	<i>Blanus strauchi</i> (Bedriaga, 1884)	turski dvoplaz
44.	Reptilia	Squamata	Typhlopidae	<i>Typhlops vermicularis</i> (Merrem, 1820)	zmija sljeparica
45.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Coronella austriaca</i> (Laurenti, 1768)	smukulja
46.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Dolichophis caspius</i> (Gmelin, 1789)	žuta poljarica
47.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Elaphe quatuorlineata</i> (Bonnaterre, 1790)	četveroprugi kravosas
48.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Hierophis gemonensis</i> (Laurenti, 1768)	šara poljarica
49.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacepede, 1789)	crna poljarica
50.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Natrix natrix</i> (Linnaeus, 1758)	bjelouška
51.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Natrix tessellata</i> (Laurenti, 1768)	ribarica
52.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Platycephalus najadum</i> (Eichwald, 1831)	šilac
53.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Telescopus fallax</i> (Fleischmann, 1831)	ljuta crnokrpica
54.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Zamenis longissimus</i> (Laurenti, 1768)	bjelica
55.	Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Zamenis situla</i> (Linnaeus, 1758)	crvenkrpica

56.	Reptilia	Squamata	Lamprophiidae	<i>Malpolon insignitus</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1827)	zmajur
57.	Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Vipera ammodytes</i> (Linnaeus, 1758)	poskok
58.	Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758)	ridovka
59.	Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Vipera ursinii</i> (Bonaparte, 1835)	planinski žutokrug

Životopis

Rođen sam 21.2.1991. u Puli. Osnovnu školu Josip Kozarac u Slatini završio sam 2006. godine. Iste godine upisao sam Opću gimnaziju Marko Marulić u Slatini. Gimnaziju sam završio 2009. godine, kad sam i upisao Preddiplomski studij Znanosti o okolišu na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, sveučilišta u Zagrebu. Zvanje prvostupnika struke Znanosti o okolišu (univ. bacc. oecol.) stekao sam 2012. godine, napisavši Seminarski rad pod nazivom „Ugroženost i zaštita pilastih premosnika (*Sphenodon punctatus* i *Sphenodon guntheri*)“. Iste sam godine upisao diplomski studij Znanosti o okolišu, a diplomirao sam u veljači 2015. godine obranom rada pod nazivom „Procjena osjetljivosti faune vodozemaca i gmazova Hrvatske i Bosne i Hercegovine uz definiranje važnih herpetoloških područja“. Član sam Edukacijskog odbora Udruge studenata biologije BIUS u Zagrebu, i kao aktivni član sudjelujem na raznim projektima i terenima u svrhu edukacije najmlađih.